

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS  
TA`LIM VAZIRLIGI

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

"NEFT VA GAZNI QAYTA ISHLASH KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI "  
KAFEDRASI

TASDIQLAYMAN  
O`quv ishlari bo`yicha  
rektor muovini  
dos.Mutalov Sh.A.

---

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 y.

“NEFT GAZ MAXSULOTLARINI TEXNIK TADQIQ QILISH“  
FANIDAN

**MA`RUZALAR MATNI**

Toshkent -2015

Ma'ruza matnlari " NEFT VA GAZNI QAYTA ISHLASH KIMYOVIY  
TEXNOLOGIYASI " kafedrasining uslubiy seminarida \_\_\_\_\_ yanvar 201\_  
yilda muhokama qilingan (bayonnoma №\_\_\_\_) va institutning uslubiy Kengashida  
\_\_\_\_ yanvar 201\_ y. da tasdiqlangan (bayonnoma №\_\_\_\_).

Tuzuvchi: " NEFT VA GAZNI QAYTA ISHLASH KIMYOVIY  
TEXNOLOGIYASI " kafedra professori d., prof. Azizov T.A.

Taqrizchilar: k.f.n.Abdurazzoqov A.Sh.

## ANNOTASIYA

Ushbu ma`ruzalar matni “Neft va gazni qayta ishlash kimyoviy texnologiyasi” yo`nalishida ta`lim olayotgan talabalarga o`qilayotgan “Neft va gaz maxsulotlarini texnik taxlil qilish” fanidan bo`lib ma`ruzalar matnini yozishda, asosiy maqsad qilib, matn mazmunini talabalar tomonidan engil darslik yaratishni maqsad qilgan. “Organik moddalar va neft maxsulotlarini texnik taxlil qilish usullari fanidan tayyorlangan ma`ruzalar matnida organik moddalar va neft maxsulotlarini tekshirishning eng muxim, zamonaviy fizik-kimyoviy usullari: ultrabinafsha, infrakizil, yadro magnit rezonansi, mass-spektroskopiya, moddalarni taxlil qilishning gaz, gaz-suyuklik va yuqori samarasi suyuqlik xromatografiya usullari bayon qilingan. Xap qaysi **usulning** nazariy asoslari, ishlatiladigan asboblarning turlari, ulardan ilmiy ishlarda foydalanish yo'llari tushuntirib berilgan. Bu matn «Neft va neftni qayta ishlash texnologiyasi» yo`nalishi bakalavrlarini o`qitishga mo`ljallangan.

## Mundarija

### 1.MA`RUZA – 1.....

#### **ELEKTROKIMYOVIY ANALIZ USULLARI**

1. Konduktometriya
2. Kulonometrik analiz
3. Polyarografiya
4. Potensiometriya
5. Elektrmikdoriy analiz usullari tugrisida umumiy tushunchalar.

### MA`RUZA –2.....

#### **OPTIK IZLANISHLAR ASOSLARI.**

1. Kirish
2. Buger-Lambert-Ber konuni
3. Ultrabinafsha(UB) spektroskopiya
4. Asosiy sinforganik birikmalarni spektrlari
5. Spektral uskunaning prinsipial sxemasi

### MA`RUZA –3.....

#### **KRISTALL VA MORFOLOGIK TUZILISHLARNI TAXLIL VA TADQIQ QILISH FIZIK USULLARI**

1. Rentgenografik tekshirish usuli
2. Rentgen nurlarining xossalari
3. Kristallar kimesi

### MA`RUZA –4.....

#### **YADRO MAGNIT REZONANSI (YAMR)**

1. Kirish.
2. Tajriba uslubi.
3. Organik brikmalarning tuzilshpini o`rganishda YAMR- spektroskopiyani qo`llash.

### MA`RUZA –5.....

#### **YADRO MAGNIT REZONANSI (YAMR)**

1. Kirish.
2. Tajriba uslubi.
3. Organik brikmalarning tuzilshpini o`rganishda YAMR- spektroskopiyani qo`llash.

### MA`RUZA –6.....

#### **MASS-SPEKTOMETRIYA USULLARI**

- Ion va fotonlar paydo bo`lish jarayoni.
- Masspektrlar
- Organik birikmalarni tuzilishini o`rganishda mass-spektroskopiyani qo`llash.

### MA`RUZA –7.....

#### **XROMATOGRAFIYA USULI**

1. Kirish.
2. Xromatografiya taxlil kilish usulining vazifasi afzalliklari.
3. Xromatografiya uskunasining oldiy sxemasi.
4. Uglevodorod aralashmalarining gaz — suklushk xromatografiya usulida taxlil kilish.

## ELEKTROKIMYOVIY ANALIZ USULLARI

*Reja:*

1. Konduktometriya
2. Kulonometrik analiz
3. Polyarografiya
4. Potensiometriya
5. Elektrmikdoriy analiz usullari tugrisida umumiy tushunchalar.

**KONDUKTOMETRIYA** usulida eritmaning elektr o`tkazuvchanligi elektroliz vaqti bog`liqligining egri chizig`ini ekvivalent nuqtasi oralig`i. Eritmaning elektr o`tkazuvchanligini ionlarning konsentrasiyasiga bog`liqligidan foydalanib aniqlanadi. Ushbu metod keng tarqalmagan, chunki eritmada tuzlarning umumiy konsentrasiyasi yuqori bo`lganligi sababli ko`rsatilgan bog`liqlik kerakli natijalarni to`g`ri berolmaydi. Qisman xolatlarda eritmada elektr o`tkazuvchanlikni reaksiya maxsulotlari va titrlanayotgan ionlarning xarakatlari o`zgarishina shart-sharoitidan foydalanish mumkin. SHunga qaramasdan kislota ishqorni titrlashda ishonchli bog`liqliklarni olish mumkin. Egri chizikli bukilish nuqtasini topishd konduktometriyani turli xillaridan foydalaniladi, ba`zi xollarda samonises bilan qo`shib foydalaniladi.

**KULONOMETRIYA** Kulonometrik analiz elektrokimyoviy usullar guruxiga tegishli bo`lib, aniq analiz usuli xisoblanadi. Ushbu usul eritmadagi elektr miqdorini o`lchash asosida amalga oshiriladi. Analiz qilinayotgan moddaning elektrolitik qaytirilishi(yoki oksidlanish) jarayoni 100% bo`lganda ketadigan elektr miqdori asosida topiladi. Kulonometrik titrlash ishonchli va to`g`ri natijalarni beradi. Elektr miqdori kulonlarda ya`ni (Kl, A S) da aniqlanadi, shuning uchun analizning nomi kulonometriya deb ataladi. Elektroliz jarayonida hosil bo`lgan moddaning miqdori bilan sarflangan elektr miqdorining bog`liqligi Faradey qonuni asosida qayd qilingan va quydagi formula bilan izohlanadi.

$$m = M \bar{i} / nF$$

bu erda

m-reaksiyaga kirishgan moddaning massasi, grammlarda.

M-moddaning molyar massasi g/molda.

i-zanjirdagi tok kuchi,A

$\bar{i}$ -elektroliz vaqti, sekund

n-reaksiyada ishtirok etgan 1 molekul aniqlanayotgan moddaning

F-o`zgarmas Faradey soni, 96500 kl/mol yoki (A S/mol)

Kulonometriya 2 turga bo`linadi.

- 1) Agar tok kuchini kontrol qilinsa to`g`ri elektroliz xisoblanadi va amperostatik kulonometriya deyiladi.
- 2) Agar umumiy elektroliz vaqtida tekshirilayotgan tok kuchi kulonometrik titrlash asosida olib borilsa umumiy amperostatik kulonometriya deyiladi. To`g`ri kulonometriya xam kulonometrik titrlash xam analitik kimyoda, noorganik moddalarni aniqlashda keng qo`llaniladi.

Kulonometrik titrlash organik birikmalarni analizda ham ishlatiladi. Ushbu analiz asosida yuqori sezgirlikda ishlaydigan gaz analizatorlari ixtiro qilingan va hozir ko`pgina kimyo korxonalarida, zavodlarda vodorod, kislorod, suv, uglrod, azot, oltingugurt oksidlarini, galogenlarini va ularning xosilalarini aniqlash uchun ishlatilmoqda.

**POLYAROGRAFIYA**-Malumki eritmalarini elektroliz jarayonida tok kuchini o`lchashda elektrolitik klemalardagi kuchlanish xam o`zgarib noldan tanlangan qiymatgacha o`zgaradi. Ushbu xolatda tok kuchi klenmadan o`tgan xamma kuchlanishlarni qiymatlarini nazorat qilish va uni voltampermetriya deyiladi. Ma`lum sabablarga ko`ra qu`idagi ko`riladigan elektr analitik aniqlashni indikator sifatida suyuq simob elektrodini foydalanish bilan voltampermetriya usuli polyarografiya usuli deb yuritila boshlandi. Polyarografik analiz o`tkazish uchun ikki elektroddan iborat bo`lgan zanjir. Ulardan birining yuzasi ikkinchisiga qaraganda bir necha bor katta va ularga tashqi manba`dan potentsiallar farqi bilan tok beriladi. Potentsiallar farqini noldan 2 gacha va 2dan 3voltgacha bir tekis o`zgartiriladi va zanjirdan o`tgan tok kuchlanishi bilan bog`liqligi asosida tegishli chiziq tuziladi.

Elektrodlordagi potentsiallar ayirmasi  $\Delta E = E_a - E_k$  tashqi manbadan qo`yilgan kuchlanish  $E$  ga tengdir. Potentsillar ayirmasi tokni manbadan berilgan kuchlanishga teng bo`lgani uchun  $E_{\Delta} = \text{const}$ , ya`ni o`zgarmas bo`ladi.  $E_k = -E$ .

SHunday qilib koordinata sistemasidagi tok kuchi bilan potentsiallar ayirmasi jarayonlarni o`zgarish tezligi xarakterlaydi.

Rasm. O`zgarmas tokli polyarogramma (polarografik to`lqin) 1-qator jarayon uchun; 2-qaytmas jarayon uchun ipr-chegaralashgan tok kuchi;  $E_{1/2}$  yarim to`lqinning potentsiyali

**POTENSIOMETRIK USUL**- Potensiometriya analiz usli elektrokimyoviy klenmadagi elektr yurituvchi kuch bilan analiz qilinayotgan etirmadagi aniqlanayotgan moddaning konsentrasiyasi bog`liqligi tekshiriladi. Ideal xolatda bunday bog`liqlik Nernst tenglamasi bilan yoziladi

$$E = E^1 + \frac{\theta}{n} \lg a$$

Bu erda E-yacheykadagi elektr yurituvchi kuch(zanjirdagi)

$E^1$  –shu temperaturadagi o`zgarmas kattalik;

$\theta = 2,3 RT/F$  R-gazning o`zgarmas kattaligi, T-absolyuttemperatura, G`-faraz konstantasi 96500.

n-elektronlar soni qabul qilinayotganlari (+) yoki berilayotgan (-) bir molekula analiz qilinayotgan modda uchun. a- aniqlanayotgan moddaning faolligi(ionning).

Potensiometrik yacheyka 2 ta elektrodan iborat bo`lib, ulardan biri to`g`ri potensialga yoki kosvenko aniqlanayotgan moddaning konsentrasiyasini bog`liq bo`lib indikatorli elektron deb ataladi.

Ikkinchi elektrod esa indekatorli elektrodni potensialini o`lchaydi va solishtirma elektrod deb ataladi.

Ionlar konsentrasiyasidan to`g`ridan to`g`ri elektronlarning potensiyaligi bog`liq bo`lsa, ushbu elektrodni potensial aniqlovchi deb ataladi.

Tuz ko`priklari KCl dan tashqari  $KNO_3$ ,  $NH_4$ ,  $NO_3$  , RbCl moddalarini xam elektrolit sifatida ishlatish mumkin.

## Savollar

1.

## MA`RUZA - 2

### OPTIK IZLANISHLAR ASOSLARI.

*Reja:*

1. Kirish
2. Buger-Lambert-Ber konuni
3. Ultrabinafsha(UB) spektroskopiya
4. Asosiy sinforganik birikmalarni spektrlari
5. Spektral uskunaning prinsipial sxemasi

Organik moddalarning tuzilishi va reaksiyaga kirishii| kooiliyatini sintez kilingan maxsulot tarkibini urganishda fizik kimeviy tadkikot usullari eng muxim ma`lumotlarni beradi. Molekulaning tuzilishi, fazoviy xolati, fizikaviy doimiyliklari va boshka kursatkichlarni aniklashda fizikaviy tadkikot usullarining bir kancha turlari ishlatiladi. Ayrim usullar tarkalmagan bulib, lekin ulardan olinadigan natija kimyo fani uchuy axamiyatlidir. Masalan, gaz elektronografiyasi va mikrotulkinli spektroskopiya usullari shular jumlasidandir.

Kimeviy tadkdaotlarda keng tarkdlgan va amaliy jixatdai axamiyatga ega bulgan usullardan optike (ultrabinafsha, infrakizil), radiospektroskopiya (yadro magnitrezonansi, elektron paramagnit rezonansi) va mass-spektrometr xisoblanadi. Molekulaning tuzilishi, fazoviy tadkikrt usullarin ikki kismga bulish mumkin. Birinchi kismga optik va radioskop usullar, ikkinchi kismga esa molekulaning geometrik tuzilishini va fazoviy xolatini aniklovchi usullar kiradi.

Elektromagnit nurlarning yutilishi molekulalarning umumiy xossasi xisoblanadi, ammo yutilish xodisasi tanlanish xususiyatiga egadir, ya`ni ma`lum tulkin uzunligidagi nurlar molekula tomonidan kuchli yutilishi mumkin, boshka tulkin uzunligidagi nurlar esa kuchsiz yoki butunlay yutilmasligi mumkin. YUtilish doirasi spektr chizigi deyiladi. Ma`lum molekulaning yutilish spektri ushbu molekula uchun xakterli buladi va boshka molekula tomonidan (tuzilish jixatidan yakin bulgan takdirde xam) kayd etilmaydi. Ammo organik birikmalarda butun molekuladan fakat ma`lum gurux atomlar elektromagnit nurlarni yutishi, molekulaning boshka kismida esa nurlarni yutmasligi mumkin. Bir xil guruxlarning nurni yutishi esa, xar xil molekulalar tarkibida joylashishiga k,aramasdan, keskin fark, kilmaydi. SHuning uchun xam noma`lum moddalarning tuzilishini urganishda uning spektrini ma`lum tuzilishga ega bulgan molekulaning spektri bilan takdoslash kerak.



Elektromagnit nurlar ikki xil tabiatga-tulqin "va zarracha xususiyatlariga egadir, ularning tarsalishi tulz-din uzunligi va chastotasi bilan belgillanadi. Nurlarning tark;alish va yutilish energiyalari kvantlardan iborat buladi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\Delta E = h\nu = h(c / \lambda)$$

h-Plank doimiysi /6,5x10<sup>-27</sup> erg.s/;

v-tebranish chatotasi;

s-yoruglikning bushlikdagi tezligi (3x10<sup>10</sup> sm/sek)

$\lambda$  -tulkin uzunligi

Tenglamada ifodalanganidek, kvant energiyasi tebranish chastotasiga tugri proporsional, tulya,in uzunligiga esa teskari proporsionaldir.

Atom va molekularning energetik x,olatlarni urganish uchun ma`lum chastotada energiya darajasining fark,ini anikdash kerak:

$$V = (E_1 - E_2) / h \quad h = (E_1 - E_2) / \nu$$

Moddaning tadqaridan berilgan energiyani kabul kilishi natijasida jadalligi oshadi, ya`ni birinchi navbatda molekulaning simetriyasi, geometriyasi» elektr xossalari va bonuqa xususiyatlari uzgaradi. Energiya uzgarishning chegarasi xar xil usullar uchun xar xil bulib, bir-biridan bir kdncha darajaga fark, kiladi. Bu esa kimyoviy boglarda buladigan xar xil uzgarishlarni - tebranuvchan, aylanuvchan, elektron, kutblanish va boshka uzgarishlarni farqlashga imkon beradi. «

Tulsin lar soni asosan sm-1 ulcham birligiga eta bulib, chastota va energiya kymatiga tugri proporsioialdir, shuning uchun xam mutlok, chastotaga nisbatay kup ishlatiladi.. 2-jadval.

Masalan, 300 mmk./ZOOO A/ moc keladigan tulkinlar soni =333sm. tulkin chastotasi esa 1x10<sup>15</sup> sekdir. Inson elektromagnit tulkinlarning 400-750 mmk. kabul kiladi.

Xosil kilish usullariga karab sperktrlar uch xilga bulinadi yutilish, tarkatish, sochish. Ularning spekrt chizikdarini jadalln molekular soniga va kvant mexanikasi koidalari asosida buladi g utishlar extimoliga boglik buladi. Spekr chiziklarning kengligi shakli molekula kursatkichlarining yigindisiga va mos xususiyatlariga boglik buladi.

Elektromagnit tulkin larining mux,im birliklari.

| Spektrlar            | CHastotalar,Gs | Tulkin uzunliklari | Ulcham birliklari |
|----------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| YAdro gamm rezonansi | 1018-1021      | 3nm                | mm/s              |
| Rentgen nurlari      | 1017-1018      | 3nm-30nm           | eV                |
| Fotoelektron         | 1014-1016      | 3nm-700nm          | eV                |
| Elektron             | 1014-1016      | 3nm-700nm          | nm                |
| Tebranuvchan         | 1012-1014      | 3mm-3m             | sm-1              |
| Aylanuvchan          | 1010-1012      | 3sm-0,03mm         | MGs               |
| Epr                  | 109-1011       | -3sm               | MGs               |
| YAMR                 | 107-108        | -5m                | MGs               |
| YAKR                 | 106-109        | 30-300m            | MGs               |

Tulkin uzunligi va chastotani ishlashda ishlatiladigan birliklar

| Tavsif          | Ulchash birligi | Kistarilgan belgisi | Ta`rifi                       |
|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------------------|
| Tulkin uzunligi | mikron          | mk                  | $1mk=10^{-4}sm=10^{-6}m$      |
|                 | millimikron     | mmk                 | $1mmk=1nm=10^{-7}sm=10^{-9}m$ |
|                 | angstrem        | A                   | $1A=10^{-8}sm=10^{-10}m$      |
| CHastota        |                 | sek-1               | 1sekundagi                    |
| Tulkinlar soni  |                 | sm <sup>-7</sup>    | 1sm tulkinlar soni            |

Buger-Lambert-Ber Qonuni.

Elektromagnit tulkinlarining erimada tarkalishdagi asosiy xususiyatlaridan biri intensivlik bulib, vakt birligida maydondan ugayotgan kvantlar soniga boglik kattalikdir. Yoruglikning yutilishi tanlash xususiyatiga ega bulganligi uchun, yoruglik moddaning rangsiz eritmasidan utganida ma`lum tulk,in uzunligiga ega bulgan nurlar yutiladi, boshka tulkln uzunligiga ega bulgan nurlar esa yutilmasdan eritmadan utib ketadi. Ushbu jarayon mikdoriy jixatdan oadiy yoruglik nurlarining urniga monoxromatik (bir xil kvant energiyalariga, yoki bir xil tulkdn uzunliklariga ega bulgan) nurlardan foydalanish kerak. Bu xrla yutilish birinchi tartibli oddiy tenglama asosida buladi :

$$\ln \frac{J_0}{J} = k \cdot n$$

$J_0$  – tushayotgan va utayotgan nurlar intensivligi

$n$  – yoruglikni yutayotgan moddaning mollar soni

$k$  – yoruglikni yutayotgan moddaning tabiatga bogliq bulgan doimiylik.

Doimiylik kiymati tulkin -uzunligiga bogliq buladi . Moddalar eritmalarining konsentrasiyasini kursatuvchi  $h$  – idishchadagi eritmaning molyar konsentrasiyasi  $S$  va eritma  $k$ ;alinligi  $l$  - ga proporsional buladi ( Lambert-Ber k;onuni). Bu xrla tenglama kuyidagicha uzgaradi (odatda unlik logarifma ishlatiladi):

$$\lg \frac{J_0}{J} = E \cdot c \cdot l$$

Tenglamaning chap tomonidagi kismi eritmaning nur yutish kobiliyatani kursatadi va optik zichlik deb nomlanadi. Proporsionallik koeffisienta /  $E$  / yutilishining molyar koeffisienta deyiladi va 1 sm kalinlikdagi, konsentrasiyasi 1 mol/l bulgan eritmadan utgan nurning yutalishini kursatadi. YUtilish ulchamsiz kattalik bulganligigi uchun  $E$  klimata  $S \times l$  ga teskari kattalik kiymatiga ega bulishi kerak. Agar konsentrasiyani / $S$ / mol/l, eritma kalinligini /  $l$  / sm-da ulchansa,  $E$ -ning siimati  $d \times \text{mol} \times \text{sm}$ . bilan ifodalanadi. Eritma Lambert-Ber konuniga buysunganida, ma`lum kdlinlikdagi kavatning optik zichligi modda konsentrasiyasiga tugri chizik bilan bogliq ravishda uzgaradi. Bu esa mikdor jixatdan taxdil olib borishga imkon beradi. Eritmaning Lambert-Ber krnuniga buysunmasligi kuyida xollarda sodir bulishi mumkin: a) molekula eritmada xar xil tautome shaklda bulganida; b) modda molekulari uzaro yoki erituvch molekulari bilan ta`sirlashganida masalan, vodorod bog yoki assosiatlar xosil kilganida; v) asosiy va gallayongan xolatla urtasida issikdik muvozanati xolatida termoxromizm xodisasi amalda erigan moddaning erituvchi molekulasi bilan ta`sirlashish: keng tarkalgan xodisalaridan xisoblanadi. Lambert-Ber konuni fakat monoxromatik nurlar amalga oshishini xisobga olish kerak. Molekulalardagi energetik xolatlarining uzgarishi ma`lum tebranishlar chastotasida sodir buladi. Organik moddalarni tuzilishini urganida kvant energiyalari bilan fark kiluvchi kuyidagi soxalar urganiladi:

1. Elektronlarni kuzgalgan xolatga keltirish uchun kup mikdorda energiya talab kilinadi, bu esa ultrabinafsha (UB) kurinadigan nurlar ta`sirida amalga oshiriladi (elektrospektroskopiyasi).

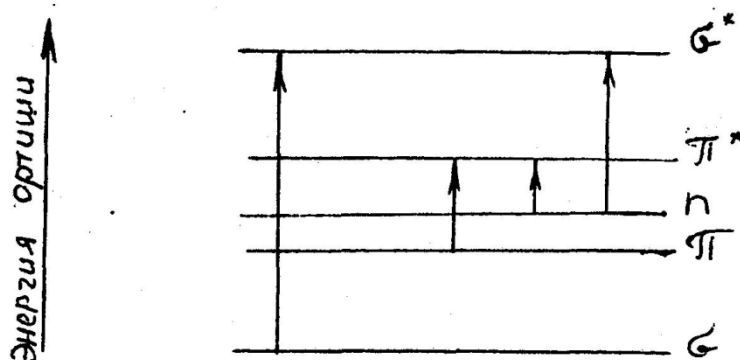
2. Molekulalardagi tebranuvchan xolat energiyasini uzgartir: uchun zarur boltan energiya. Bu energiya ta`sirida molekulada kimyoviy boglar uzunligidagi

uzgarishlar va valent boglar orasida burchakning uzgarishi sodir buladi . Ushbu uzgarishlar infrakizil soxada namoyon buladi.

3. Yadro sonlarining yo`nalishini uzgartirshn sarf buladi kam mikdrrdagi energiya uzgarishlar radiotulkdga energiya kvartlari ta`sirida amalga oshirilishi mumkin). Molekuladagi energetik utishlar jixatidan ultrabinavsha kurinuvchan soxa urtasida asosan fark yuk.SHunday kilib, organik kimyo va texnologiyada keng ishlatil spektral usullar sifatida ultrabinavsha /UB/, infrakizil /IK/, yadromagnit rezonans (YAMR) spektroskopiyalari va mass-spektrometriya ishlatiladi. Endi yukorida kursatilgan fizikaviy usullarning nazariy asoslarini va organik molekulalar tuzilishini urganishda tadbik etish mumkin bulgan usullarini keltiramiz.

### Ultrabinavsha (elektron) spektroskopiya.

Ultrabinavsha /UB/ soxa kurinuvchan nurlardan boshlanib, qiska to`lqin uzunligidagi rentgen nurlari (50 nm) soxasigacha davom etadi. Organik moddalar /UB/ va kurinuvchan nurlarni utishi natijasida elektronlar (valent bogini xosil k;ilishda ishtirok etuvchy elektronlar) biriktiruvchi orbitadan bushashgan orbitalarga ugadsh Molekulaning ushbu xrlati kuzgalgan xrlat deyiladi. Elektronlar yadroga tortishib turganligi sababli, ularni galayonlashtirish uchun Kuprok mikdorda energiya talab kilinadi. UB nurlarni xosil kiluvchi: elektromagnit nurlarning tulkin uzunligi 120-180 nm. tashkil etadi. Organik birikmalar UB soxada nurlarni yutish krbiliyatidan kam| bulgan soxa (uzok yoki vakuum "UB soxa deyiladi) va yakin UB soxa 200 nm| dan yukrri bulgan soxa. Uzok UB soxadagi moddalarning yutilishiny urganish murakkab uskunalarini talab kiladii Avvalo bu soxada xavo tarkibidagi kislorod va azot UB nurlarni yutadi. SHuning uchun, ushbu soxada ishlaydigan asboblar vakuum kurilmaga ega bulishi kerak. Turli xildagi asboblar murakkabligi tufayli laboratoriya mashgulotlarida kam ishlatiladi. YAKin UB soxa ulchash uchun ancha kulayliklariga ega bulgan, amalda kup tarkalgan usullardan xisoblanadi. Bu soxada kvars shaffoflik xususiyatiga ega bulganligi uchun undan prizmalar va ulchash idishlarini tayerlanadi. Tekshirish uchun kerak buladi modda mikdori 0,1 mg ni tashkil etadi. SHu afzalliklari tufayli UB spektroskopiya kimyoviy moddalarning tuzilishini urganishda ishlatiladigan fizikaviy tadbikot usullarining eng kup tarkalgan turini tashkil etadi. Atom va molekulada elektronlar juda anik energiyaga ega bulgan orbitalarni egallaydi. Atom orbitalarining energiyalari kvant sonlarining yigindisi bilan ifodalanadi. Molekula orbitalari atom orbitalarining chizikli tuplami deb karalishi mumkin. Bu tuplam elektronlarning spini antiparalel yunalishga ega bulgan boglovchi orbital (normal xolat) va elektron spinlari paralel yunalishga ega bulgan bushashgan orbitadan (kuzgalgan xolat) tashkil topgan. Organik molekulalar va boglarni xosil kiluvchi elektronlar xamda tarkibida juftlashmagan elektronlar tutgan geterratomlardan elektronlar tashkil topali. Molekulalarda kuzgalgan xolatda ruy beradigan elektron utishlarini kuyidagicha ifodalash mumkin:



Energiyasi yukori kvantu  $\delta-\delta''$  utish uchun zarurdir, ya`ni oddiy boglarni kuzgalgan xolatga keltirish uchun yoruglik kvantining tulkin uzunligi kichik bulishi kerak, utishlarini sodir kilish uchun kerakli energiya kam miqdorda talab kilinadi, p-xolatdagi elektronlarning energiyasi ya-xolatdagidan xam yukrridir va ularni kuzgatish uchun eng kam miqdorda sarf kilinmogi kerak. Bu xoldagi utishlar yakin UB soxada sodir bulganligi uchun amaliy ishlarda katta axamiyatga egadir. Molekula tarkibidagi UB soxadagi elektromagnit nurlarni tanlab yutadigan guruxlarga xromoforlar deyiladi. Xromoforlarga tarkibida kush bog yoki geteroatom tutgan moddalar misol buladi. Xromofor guruxlar organik modda tarkibida xar xil xolatda joylashish mumkin, lekin xromoforning UB soxada yutishi oddiy molekulada yoki tuzilishi jixatdan murakkab boltan molekulalarda xam amalda bir-biriga yakin boltan tulkin uzunliklarida elektromagnit nurlarini yutadi. Xromofor guruxlarining xar xil kimyoviy tasirlashuviga karab UB soxada xosil kldadigan yutish maksimumlari uzgarishi mumkin. Yutish maksimumining tulkin uzunligi uzun soxaga siljishi bataxrom siljish deiladi, kiska soxaga siljishi esa gipsoxrom siljish deb ataladi. Ayrim xromoforlarning UB soxada yutilishi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval Aloxida joylashgan ayrim xromoforlarning UB soxada yutilishi

| Xromofor gurux                              | mak nm | maks. | Utishlar | erituvchi |
|---|--------|-------|----------|-----------|
| Etilen $\text{SN}_2=\text{SN}_2$            | 165    | 15000 | P-P      | Gaz       |
|   | 193    | 10000 |          |           |
| $\text{RSN}=\text{SN}_3$                    | 177    |       |          |           |
| $\text{RSN}=\text{SN-trans}$                | 180    |       |          |           |
| -sin  | 183    |       |          |           |
| Asetilen $\text{NS}=\text{SN}$              | 173    | 6000  | P-P      | Gaz       |
| Karbonil/ $\text{SN}_2/=2\text{S}=\text{S}$ | 190    | 1900  | P-P      | N-geksan  |
|   | 280    | 15    | n-P      |           |

|   |       |        |      |             |
|---|-------|--------|------|-------------|
| SN3=SN=O                                | 290   | 16     | n-P  | Geptan      |
| Karboksil SN3SOON                       | 204   | 80     | n-P  |             |
| Azometin S=N /asetoksim/                | 190   | 8000   | n-P  | Suv         |
| Nitril –S =N/asetonitril/               | 180   | -      |      |             |
| Aeo - azometin                          | 347   | 45     | n-P  | Dioktan     |
| Nitroeo – nitrozobutan                  | 300   | 100    |      | Efir        |
|   | 665   | 20     |      |             |
| Nitrat – SO2 /etilnitrat/               | 270   | 12     | n-P  | Dioksan     |
| Nitro – O2/nitrometan/                  | 271   | 19     | n-P  | Spirt       |
| Nitrit – SO/amilnitrat/                 | 218x5 | 1120   | n-P  | Petroleyniy |
|   | 346x5 | /keng/ | n -P | Efir        |
| Sulfosid<br>/siklogeksilmetilsulfoksid/ | - 210 | 1800   |      | spirt       |
| Sulfon - /dimetilsulfon/                | 180   | -      | -    |             |

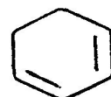
## KIMYOVIY BIRIKMALARNING ULTRABINAFSHA SPEKTRI

Tuzilishi tekshirilayotgan modda UB soxada /200-800 nm/ k maksimumiga ega bulmasa, modda tarkibida dien, polient sistemalarining, aromatik va karbonil gurux yukdigidan dalolat beradi.

Dien-sisgemalari. Tutashgan dienlar uchun P- P utishga bulgan yutish 215-270 nm sodir buladi. Spektr chizigshgang xrlati v, intensivligi dienning tuzilishigagina boglik buladi . Dienning UB soxada yutishi konformasiyasiga boglik buladi. Trans konformasiyali dienning yutishi konformasiyasiga boglik buladi. Trans konformasiyali dienning yutish maksimumi sis-diendan pastrok soxada mavjud buladi /3-jadval/. Molekulada kushboglarning joylashishiga karab izomer birikmalarni bir-biridan fark kilish mumkin.



$$\lambda_{\text{maks.}} = 200 \text{ nm}$$



$$\lambda_{\text{maks.}} = 258 \text{ nm } \epsilon = 7200/$$

Dien birikmalarning UB soxada yutishga molekuladagi alkillar radikalining mikdori, kushni siklik guruxlarning soni ta`sir kiladi. Ushbu ta`sirlarning kiymati Vudvord formulalari aniklanadi:

$$\lambda_{\text{макс.}} = 217 \div 5 \times A \div 30 B \div 5 C$$

Formuladagi A - alkil guruxlarning soni, V - tutashgan boglari mikdori, S- ekzosiklik boglarning soni.

Vudvord formulasi Vudvord koidasi asosida ishlatiladi: kup bogdan aloxida joylashgan alkil guruxi moddaning UB soxadagi yutishiga ta`sir kilmaydi; dien sistemasiga bir yoki turt xolatda joylashgan alkil gurux bataxrom siljish xosil kiladi /7-10 nm gacha/ ikki yoki uch xolatdagisi esa 3-4 nm gacha. Vudvord formulasi asosida dienlar uchun xisoblab topilgan yutilish maksimumi amalda topilganidan -5 nm ga fark kiladi.

Polienlar. Molekulada tugashgan kush boglar sonining oshishi UB soxada bataxrom siljishga olib keladi. Kushimcha kush boglar uchun yutilish maksimum taxminan 50,40,30,25 va 20 nm k,iymatlar yangi kiritilgan xar kush bog uchun kushiladi.

4-jadval

#### Organik moddalarning UB spektri /200-800 nm/ ma`lumotlari

| Maksimumlar soni | Maksimumlarning tavsifi   | Molekula tuzilishi tugrisida xulosa   |
|------------------|---------------------------|---|
| 1                | 2                         | 3   |
| 0                |                           | Molekula tarkibida xromofor guruxlar yuk/kush boglar, aramatik xalka tutgan birikmalar va karbonil, nitro guruxlari |
| 1                | 200-225 nm /E10000-15000/ | a,v-tuyinmagan karbon kislotalari va ularning xosilalari  |
|                  | 215-235nm /E10000-15000   | Siklik va asiklik dien birikmalar (kushbog mustaxkamlangan trans konfiguratsiyaga ega)                              |
|                  | 240-270 nm (E 3000-8000)  | Sis konfiguratsiyali siklik dien  |
|                  | 275-290 nm (E 15-25)      | Tuyingan aldegid yoki keton   |

|   |                                      |   |
|---|--------------------------------------|---|
|   | 270-370 nm (E 50000-150000)          | Tarkibidagi 3-6 tutashgan kushbog tutgan polien                             |
|   | 400-470 nm (E 150000-180000)         | Tarkibida 7-12 tutashgan kushbog tutgan polien                              |
| 2 | 200-230 nm (E 7000-9000)             | Benzol xosilalari   |
|   | 260-280 nm (E 200)                   |   |
|   | 200 nm (E 500)                       |   |
|   | 276-280 nm (E 20)                    | a,v-Tuyinmagan aldegid yoki keton   |
|   | 200-230 nm (E 12000-20000)           |   |
|   | 320-340 (E 20-40)                    | Nitrobirikmalar   |
| 3 | Uch maksimumga ega bulgan sistemalar | Xromoforlar bilan tutashgan aromatik xalka, kup xalkali aromatik birikmalar |

5-jadval

**Dien va polienlarning UB soxada btlish maksimumini xisoblash usuli bilan aniklash**

| Urin almashgan guruxi | Nm            |             | Urin almashgan gurux | Nm            |             |
|-----------------------|---------------|-------------|----------------------|---------------|-------------|
|                       | Gurux oxirida |             |                      | Gurux oxirida |             |
|                       | Joylashsa     | Joylashmasa |                      | Joylashmasa   | Joylashmasa |
| Br,Cl                 | 10            | 5           | C-C bogi             |               |             |
| C-CO-CH3              | 0             | 0           | Zanjirni uzaytirsa   | 30            | -           |
| C-P                   | 25            | 5           |                      |               |             |
| S-P                   | 30            | -           | Alkil radikali       | 5             | -           |

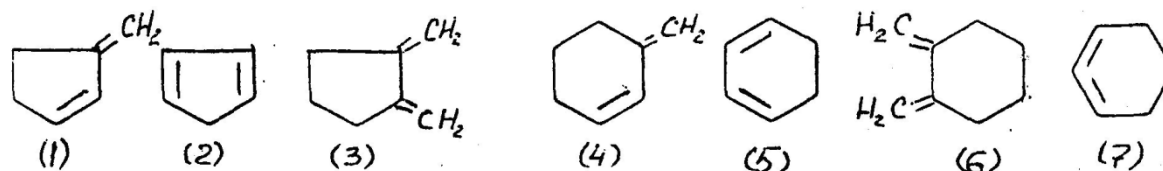


|       |    |   |   |   |   |
|-------|----|---|---|---|---|
| N(N)2 | 60 | - | Oxirgi kushbogda sis almasha ekzosiklik bog | 5 | 5 |
|-------|----|---|---|---|---|

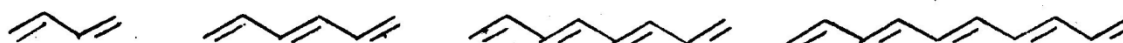
6-jadval

### Asosiy dien sistemalarining UB soxada yutilish maksimumlari

| № | Xromofor                 | Maks/nm/ |       |
|---|--------------------------|----------|-------|
| 1 | 3-Metilensiklopenten-1   | 234      | 14000 |
| 2 | Siklopentadien – 1,3     | 240      | 3400  |
| 3 | 1,2-dimetilendiklopentan | 243      | 12000 |
| 4 | 3-metilensiklogeksan     | 231      | 19800 |
| 5 | Siklogeksadien – 1,3     | 258      | 7200  |
| 6 | 1,2-dimetilensiklogeksen | 243      | 12000 |
| 7 | Siklogeptadien – 1,3     | 248      | 76000 |



Масалан:



$$\lambda_{\text{макс}} = 217 \text{ нм}$$

$$/\epsilon = 21000/$$

$$\lambda_{\text{макс}} = 267 \text{ нм}$$

$$/\epsilon = 34600/$$

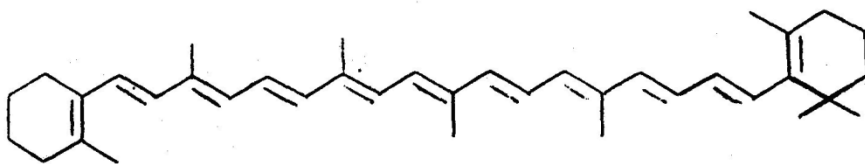
$$\lambda_{\text{макс}} = 307 \text{ нм}$$

$$/\epsilon = 58000/$$

$$\lambda_{\text{макс}} = 364 \text{ нм}$$

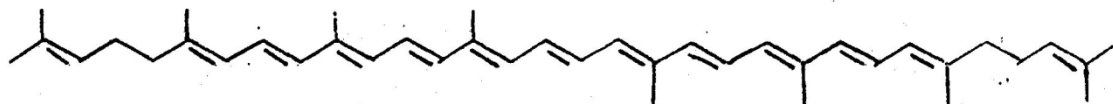
$$/\epsilon = 138000/$$

Molekulada tutamgan kush boglarning oshishi yutilish maksimumini kurinuvchan soxagacha siljitadi, natijada modda rangli tabiatga ega buladi . Masalan,  $\delta$ -karotin va likopin tuzilishlarni kurib:



$\lambda_{\text{макс}}$  452 нм /  $\epsilon$  140000/

Сарик рангли  
II туташган қўш бог



$\lambda_{\text{макс}}$  474 нм /  $\epsilon$  186000/

Кизил рангли  
II туташган қўш бог

Moddalarning UB' soxada yutish maksimumi asosida molekula tarkibida polien sistema ishtirok kdlishini va tutashgan kush boglarning sonini aniqlash mumkin. Karbonil guruxi. Tarkibda karbonil guruxi tutgan moddalar: aldegidlar, ketonlar, karbon kislotalari va ularning xosilalari tabiatda va sintetik kimyoda keng tarkalgan birikmalar xisoblanady. Tuyingan aldegid va ketonlar uchun  $\lambda_{\text{maks}}$  275-290 nm ni tashkil etadi va yutilish p - p\* utishga moe keladi. Bu utish simmetry buyicha takiklangan bulganligi uchun maksimum kuchsiz buladi /  $\epsilon$  — 15-20/.

Aldegid va ketonlar uchun yutit chizipgaing xrlatiga erituvchining tabiati ta`sir kiladi. Karbonyl gurux bilan vodorod bog xocil kiluvchi erituvchilar yutilish maksimumini gipsoxrom siljishga olib keladi. Bunga sabab, vodorod bogining-orbitalning energetik xolatining pasaytirishidadir. Xar xil tabiatga ega bulgan erituvchilarning ishlatganimizda maks kuyidagi kiymatlarga ega buladi : etalon| /O/, suv /-7/g uglevodorodlar /-11/, dioksan /-5/. Karbrnil rypyx tarkibidagi kislород atomida ikki juftlashmagan . elektronlar mavjud. Kislotali muxitda aldegid va ketonlarning UB soxada yutilish maksimumi yukoladi, chunki kislород atomi protonlanip xodisasiga uchraydi. Bu xol yutilish chizigining n-P\* tezlikligidan dalolat beradi. Tuyingan aldegidlar va ketonlar tarkibidagi karbonil gurux yutilish intensivligining kichikligi ayrim xollarda spektrda aniqlash paytida kiyinchilik tugdiradi. Tuyinmagan aldegidlar va ketonlar. UB soxada bu birikmalar uchun yukori intensivlikka ega bulgan va kam intennsivli utishlar sodir buladi. Karbonyl guruxga xosil bulgan utish Tuyingan aldegid va ketonlarga nisbatan tulkгаа uzunligi yukori bulgan soxada namoyon buladi. Kush bogga alkil guruxi joylashtirilsa, yutilish maksimumini ~ 10 nm yukori kiymatlkik soxaga siljitadi.

7-jadval

## UB spektroskopiyada ishlatiladigan ayrim

### erituvchilarning kursatgichlari

| Erituvchi    | nm  | 589,3 nm | E /20-25S/ | Suyuklanish xarorati | Kaynash xarorati | Zichligi r/sm <sup>3</sup> /20s/ |
|--------------|-----|----------|------------|----------------------|------------------|----------------------------------|
| Suv          | 196 | 1,3330   | 78,5       | 0                    | 100              | 0,9982                           |
| Metil spirti | 210 | 1,3288   | 35,6       | -97,8                | 64,6             | 0,7918                           |
| Etil spirti  | 207 | 1,3610   | 24,3       | -117,3               | 78,6             | 0,7893                           |
| Xloroform    | 246 | 1,4460   | 4,8        | -63,5                | 61,2             | 1,4890                           |
| Aseton       | 331 | 1,3591   | 20,7       | -94,8                | 56,2             | 0,7910                           |
| Dioksan      | 215 | 1,4224   | 2,2        | 11,8                 | 101,3            | 1,0337                           |
| Benzol       | 280 | 1,5011   | 2,3        | 5,5                  | 80,1             | 0,8790                           |
| Geksan       | 199 | 1,3749   | 1,9        | -95,3                | 68,7             | 0,6490                           |
| Siklogeksan  | 211 | 1,4263   | 2,0        | 66                   | 89               | 0,7787                           |

8-jadval

### Juftlashmagan elektronli atom tutgan Tuyingan

#### birikmalarning UB spektridagi ma'lumotlar

| Birikma  | maks,nm | E maks    |
|--|---------|-----------|
| >N(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N                                  | 199     | 3950      |
| Piporidin  | 200     | 4000      |
| >O CH <sub>3</sub> CH  | 210     | 200       |
| >S (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>8</sub>      | 194,215 | 4600,1600 |
| -S-S- (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> 8 | 250,194 | 5500      |
| -Cl CH <sub>3</sub> Cl   | 273     | 3800      |
| -Br C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> Br <sub>8</sub>                    | 208     | 300       |
| -J CH <sub>3</sub> J <sub>8</sub>                                    | 259     | 400       |

$\alpha$ -erituvchi geksan yoki heptan, boshqa lari par xolatida olingan spektrlar.

$\alpha\delta$ -Tuyinmagan karbon kislotalar. Karbon kislotalarida utishga xos bulgan (karbonil guruxi uchun xos bulgan) kuchsiz intensivlikdagi, 200 nm da maksimum

bulib, kuchli intensivlikka ega bulgan  $\pi \div \pi^*$  utishga tegibli bulgan maksimum sodir buladi :

$$SH_2 = SN - SOON \quad \text{maks /izooktanda/ } 200 \text{ nm} / E 10000/.$$

Kush bogga nisbatan  $\lambda$ - xolatda joylashgan uglerod  $\delta$ -xolatda esa,  $\sim 5\text{nm}$  tulkin uzunligi yukori soxadagi maksimum paydo buladi. Birikmalarning UB soxada yutishiga karab, ularning  $\alpha\delta$ Tuyinmagan karbon kislotalarga yoki ularning xosilalariga tegishli ekanini xamda kushbogdagi urinbosarlarning tabiatini aniklash mumkin.

Nitrogurux .  $\pi \div \pi^*$  utishga xos bulgan yukori ntensivlikka ega bulgan yutilish sodir buladi / $\lambda$  maks 200 nm, E = 5000/, ga xos utish kuchsiz intensivlikka ega / $\lambda$  maks 276 - 280 nm, E = 15-35/. Tarkibida karbonil guruxi tutgan moddalarga xos boltan yutilishdek, nitroguruxlar uchun ikkinchi elektron utishning yutilish maksimumi erituvchilarning tabiatiga boglik buladi ; kutbli erituvchilarda yutilish maksimum to`lqin uzunligi qisqa soxaga /gipsoxrom/ siljiydi. Umuman, nitroguruxning UB spektri moddalarning tuzilishi tugrisida kam ma`lumot beradi.

Aromatik birikmalar. YUkorida kursatilgan moddalarning UB soxadagi spektrlarda aromatik birikmalarning UB spektri

|         | $\lambda$ Макс /гексан/ |   |
|---------|-------------------------|---|
| Фуран   | 2000                    | / $\epsilon$ 10000/, 252 / $\epsilon$ 1/  |
| Тиофен  |                         | 235/ $\epsilon$ 4500/                     |
| Пиррол  | 210                     | / $\epsilon$ 15000/, 350/ $\epsilon$ 300/ |
| Пиридин | 195                     | / $\epsilon$ 7500/, 250/ $\epsilon$ 2000/ |

Keltirilgan ma`lumotlar Tuyinmagan geteroxalkali birikmalarning UB soxada yutishi benzol molekulasi yutishiga yakinligidan dalolat beradi.

### Ma`ruza-3

## INFRAQIZIL (IQ) SPEKTROSKOPIYA

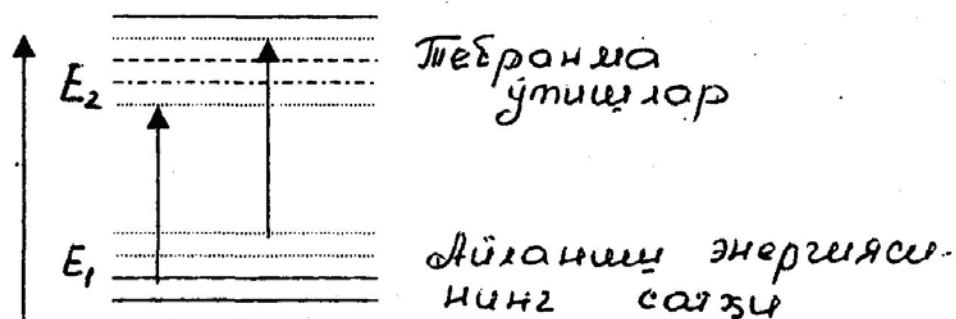
Reja:

1. Infraqizil spektrofotometr.
2. Infraqizil spektr.
3. Guruxlarni xarakterlovchi tebranishlar.
4. Organik kimyoda infraqizil spektroskopiyani qo`llash.

Molekuladagi atomlarni kuzgatish uchun etarli energiya miqdori elektromagnit tulkinlarning IK soxasiga mos keladi. Molekuladagi tebranma satxlar kvatlangan bulib, ma`lum bir katgalikdagi tebranish chastotasi yoki energiya qiymatida sodir buladi. YOruglik kvantini kabul kilish natijasida molekuladagi tebranma xarakat asosiy energetik xolatdan kuzlangan xolatga utadi. Keyinchalik esa tebranma energiya aylanma energiya satxlarining uzgarishiga sarflanadi. Molekulaning umumiy energiyasini kuyidagicha ifodalash mumkin:

$$E = E /\text{elektron}/ + E /\text{aylanma}/ + E /\text{tebranma}/$$

Molekulada aylanma energetik satxlar uzaro yakin joylashadi va juda oz mikkordagi energiya molekula aylanishini uzgartirishga etarlidir. Aksincha tebranma xarakat energiyasi ancha yukori qiymatni tashkil etadi /rasmga karang/ Molekuladagi tebranishlar ikki xil spektrlarda namoyon buladi -yutilish spektrlari /IK spektri/ va nurning kombinasion sochilish /KS spektri/. Nurning kombinasion sochilish spektri molekulaning engil fotonlarni zabt etish natijasida fotonlar energiyasining kupayish va kamayish natijasida molekulada buladi gan tebranma yoki aylanma xolat energiya satxining uzgarishiga asoslanadi. Keyinchalik zabt etilgan fotonlar yoruglik sochilish tarzida nurlanadi.



Energiya tebranma va aylanma satxlarning tasviri

Organik modadlarning IK spektri nozik yutilish chiziklarini sil kilmaydi. Bunga asosiy sabab, aylanish energiyasining uzgarish, lekulani tebranish energiyasining uzgarishi bilan bir vaktida sodir bulishidadir. Rasmda kursatilganidek, E1 va E2 tebranma satxlariga yonma-yon joylashgan aylanish satxlari boglik buladi. Bu xolda tebranish energiyasi uzgarishining xar bir xolatiga zich joylashgan elektr chizikdari xosil bulishi kerak. Kup atomli .molekulalar murakkab tebranishga xosligi bilan aniklanadi. SHu sababli, xisoblar ikki atomdan iborat bulgan lekular uchun ishlab chikilgan. IK spektrdagi yutilish soxalarini tiklash tajriba asosida olingan ma`lumotlarga asoslangan.

Molekula uchun IK soxada asosiy tebranishlar valent va informasion tebranishlardir, molekuladagi atomlarning bog buylab eranishiga valent tebranish dyoyiladi va u u xarfi bilan belgilanadi. Valent tebranishning mexanik modeli sifatida ikki shartdan iborat sistemani faraz kilish mumkin. SHarlar molekuladagi eritmalarining, prujina esa kimyoviy bogni ifodalaydi.



Prujina 'chuzilganida yoki sikilganida sharlar garmonik tebranishlar bilan xarakat kiladi. Bu kuyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\nu = 1/2\pi\sqrt{f/m_r}$$

Formuladagi - tebranish chastotasi, F-bog mustaxkamligini ifodalovchi kuch doimiiligi,  $m_r$ -sharlarning massasi,  $m_r$  esa kuyidagi formula asosida xisoblanadi:

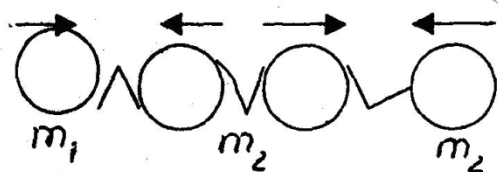
$$1/m_r = 1/m_1 + 1/m_2 \text{ yoki } m_r = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$$

Valent tebranish chastotasi atom masalalari va bog mustaxkamligi bilan aniklanadi. Massa yukjri balsa, chastota kichik buladi, ya`ni:

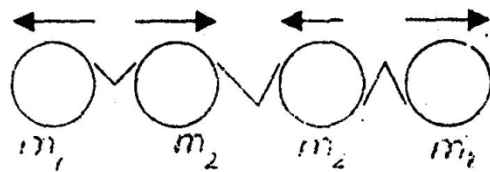
$$\nu_{C-C} = 1000 \text{ cm}^{-1}$$

$$\nu_{C-H} = 3000 \text{ cm}^{-1}$$

Molekuladagi atomlar sononing kupayishi valent tebranishi murakkablantirishga olib keladi. 3 va 4 atomdan tashkil toptan molekulada 2 xil valent tebranishlar buladi: simmetriik  $\nu$  va antisimmetrik

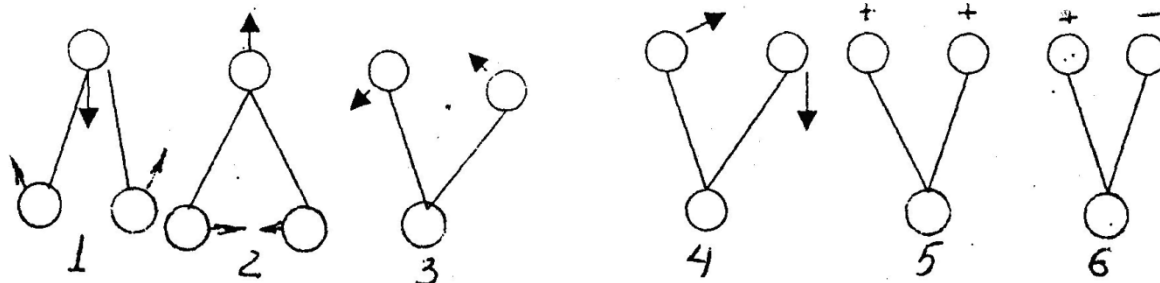


Симметрик тебраниш



Антисимметрик тебраниш

Antisimmetrik tebranish chastotasining qiymata simmetrik tebranish chastotasi qiymatidan doimo yukori buladi. Molekula valent burchaklari qiymatining uzgarishi deformatsion tebranish deb aytnladi. Deformatsion tebranishni xosil qilish uchun valent tebranishga nisbatan kam energiya sarf kilinadi va kam chastotada namoyon buladi.



Atomlarning molekulada xosil kiladigan deformatsion



tebranishlari: 1,2 - kaychisimon, 3,4 - mayatniksimon, 5 - aylanma, 6 - yarim doyra buylab / tekislikka perpendikulyar yunalishda ilgariyilma xarakat, - teskari yunalishdagi xarakat /.

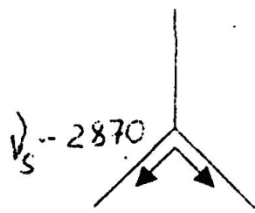
ИК спектрометрларниг оптик қисмларидан булган еритма солинадиган идиш, нурларни булувчи призмалар тўзлардан тайyorланadi, chunki shisha ИК нурлар та`sirida shaffofligini yukotadi. Asosan uchta prizma ishlatiladi: LIF /2000-3800 см<sup>-1</sup>; NaCl / 700-2000 см<sup>-1</sup>/ va KVg /400-700 см<sup>-1</sup>/. Boshka oralikda prizmalar shaffoflik xususiyatiga ega emas. ИК спектри olinishi kerak bulgan namunalar еритма, tabletkalarda, vazelinda emulsiya xosil kilib yoki gaz xolatida ishlatilishi mumkin.

## ASOSIY GURUHLARNING TEBRANISH TURLARI

S-N. Tuyinmagan, tuyingan va asiklik uglevodorodlarda valent tebranish 2800-3000 см<sup>-1</sup> da namoyon buladi . SNe = va SNz guruxlarning tebranish turlari va ularga mos keluvchi chastotalarni kuyidagicha ifodalash mumkin:

Валент тебраниш  
-CH<sub>2</sub>- Симметрик Антисимметрик

Деформацион тебранишлар  
Қайчисимон Елпигичсимон



Айланма

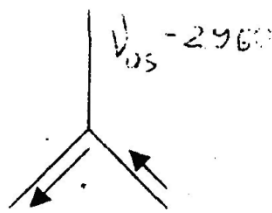


Валент тебраниш

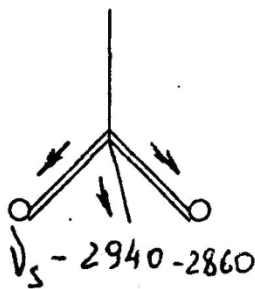
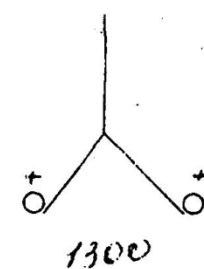
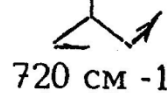
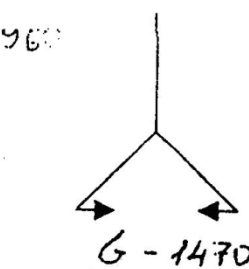
-CH<sub>3</sub>- Симметрик Антисимметрик

Деформацион тебранишлар

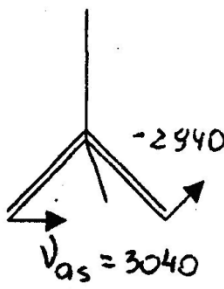
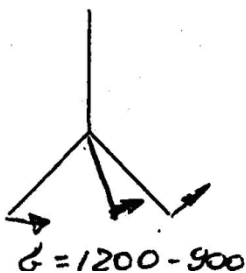
Қайчисимон Елпигичсимон



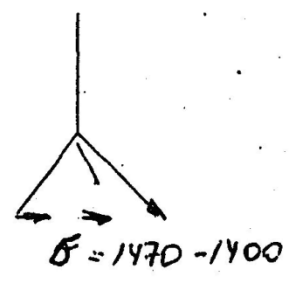
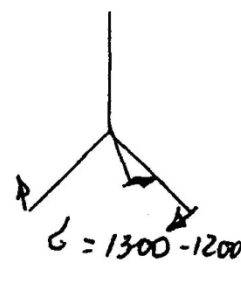
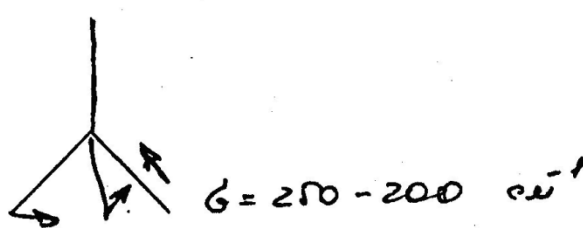
Маятник



Айланма



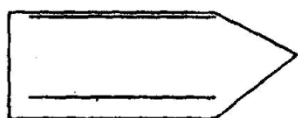
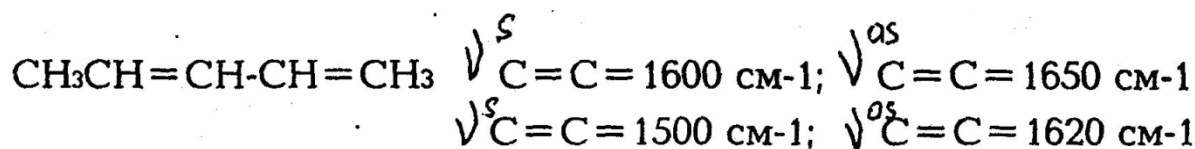
Маятник



S-N bogiga xos yutilish xarakterlidir, ammo molekula tuzilishi tugrisida kam axborot beradi. Bunga asosiy sabab: 1/ C-H bogiga xos bulgan yutilishlar uzaro ta'sirlashishi mumkin; 2/ ayrim yutilish chastotalari bir-birining «ustiga» tushishi natijasida kuchsiz maksimumlar tarkibida S-N bogi yukligidan dalolat beradi. Polimetilen zanjirining tutashishi natijasida xosil bulgan sikloparafinlarda



IK soxasidagi yutilishi S-N Tuyingay uglevodrodlarning yutish soxasida yaqin buladi. Olti a`zoliq sikloparafinlardagi SN2 ning yutishi 1470 sm<sup>-1</sup> dan 1452 sm<sup>-1</sup> ga surilib chikadi. Asosiy uzgarish xalkada kuchlanish bulganida masalan, 5 a`zoli xalkada sodir buladi va natijada valent tebranish chastotasi 3040 sm<sup>-1</sup> da namoyon buladi. Bu kiymat orkali murakkab moddalar tarkibida besh a`zolik xalka borligini bilish mumkin, aloxida joylashgan kush bogning valent tebranish chastotasi S = S = 1600-1680 sm<sup>-1</sup> da sodir buladi. Simmetrii tuzilishga ega bulgan alkanlarning valent tebranish intensivligi kuchsiz buladi. Kush bog tugrisida ma`lumot = SN = 3000-3100 sm<sup>-1</sup> sodir buladigan chastota bilan xam ifodalanadi. Deformasion tebranishlardan =SN guruxlarning fazoviy joylashishni aniklashda foydalanish mumkin; sis-izomerlar 650-750 sm<sup>-1</sup>, trans izomerlar esa 960-970 sm<sup>-1</sup> da namoyon buladi. Tutushgan dien sistemalar. 1500-1650 sm<sup>-1</sup> oraligida ikkita yutilish chizygini xosil kiladi, bular simmetrii; valent tebranishlarga mos keladi. Masalan:



Aloxida joylashgan kush boglarga nisbatan tutashgan dien sistemalarining IK soxada yutish intensivligi birmuncha yukri buladi, bu esa dien konfiguradiyasi trans xolatga ega bulganda yakkol namoyon buladi. Alkil guruxlarining dien sistemasiga joylashinsh valent tebranishlar chastotasining govori soxaga surilishiga olib keladi. Umuman, tutashgan kush boglarning molekulada bulishi IK spektr usuli bilan oson anikdanadi. Uch bog IK spektri yordamida oson aniklanadi, chunki - bu bog yutadigan soxada / VS—O=2100-2250 sm/ boshka guruxlar amalda yutilish chastotasi xosil kdlmaydi. Asetilendagi vodorod atomning alkil radikallarga almanyuni IK soxadagi yutishga ta`sir kd\adi: alkin-1-2100-2140 sm<sup>-1</sup>, alkin -1,2 da esa 2190-2250 sm<sup>-1</sup> S-S bogga xos bulgan yutishning IK soxada intensivligi kuchsiz buladi.

S-X. Uglerod-galogen bogiga xos yutilish past chastotali soxada namoyom buladi /780-490 sm<sup>-1</sup>/, yukori intensivlikka ega bulganligi uchun oson aniklanadi.



550-850 cm<sup>-1</sup>



515-690 cm<sup>-1</sup>



500-600 cm<sup>-1</sup>

C-F bogiga xos bulgan yutilish VC-F— 730-1350 sm a1da namoyon buladi va S-O bogga xos bulgan yutilish bilan bir soxada xosil buladi . SHu sababli, bu ikkala gurux bir vaktida molekula tarkibida bulsa, spektrdan ularni ajratib olish aniklash kiyin.

Spirtlar, kislotalar va ularning xosilalari uz tarkibida gidroksil gurux tutadi.

IK soxada 3200-3600 sm-1 intensiv yutilish boradi. Gidroksil gurux uglevodorod radikali tabiatiga karab, IK nurlarini xar xil soxada yutadi.

Birlamchi ON - 3640 sm

Fenoldagi ON - 3810 sm

Ikkilamchi ON - 3630 sm

Polimerlardagi ON - 3400-3200 sm

Uchlamchi ON - 3820 sm

Ikki, uch va Kup atomli spirtlar uzaromolekulalararo va molekular ichra vodorod bogi xosil kiladi. Bir atomli spirtlardan farkli ularok, Kup atomli spirtlarning suyultirilgan eritmalarida vodorod boglar uzilmaydi va IK soxada intensivligi kam va ajralmagan keng. chizikli kurinishda chastota xosil kiladi. O-N bogining deformasion tebranishi kuyidagicha buladi :

Birlamchi - 1050 sm-1 Uchlamchi - 1150 sm -1

Ikkilamchi -1100 sm-1 Fenol - 1200 sm-1

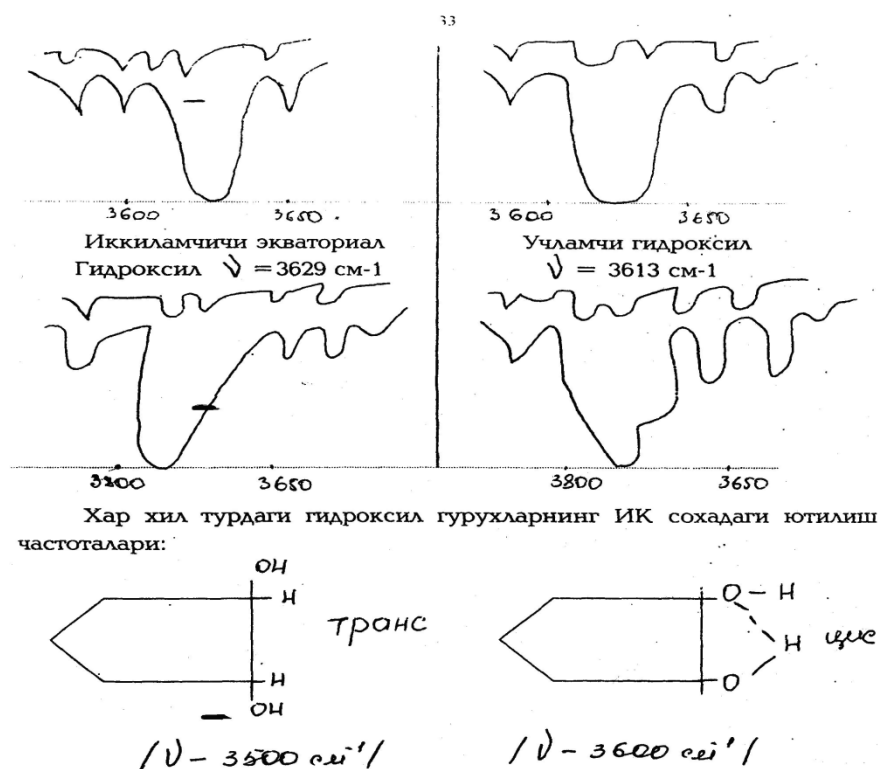
Xulosa kilib shuni kursatish kerakki, O-N bogini IK soxada oson topish mumkin va suyultirilgan eritmasining spektirini olib, molekular yoki molekular ichra vodorod bog xosil kilishda ipggarok ztishni aniklab berish mumkin. Bu esa uz navbatida moyekulshshng-fazovetg tuzilishini aniklshpga imkoniyat-beradi.

**Бирламчи гидроксил**

$$\nu = 3641 \text{ см-1}$$

**Иккиламчичи аксиал гидроксил**

$$\nu = 3635 \text{ см-1}$$



Dimer xosil kiluvchi karbon kislotalari VOH yutilish chizigani 2500-3000 sm-1 da xosil kiladi va VC-H bilan bir soxada joylashadi. Kislotada dimerlarining deformatsion tebranishi /  $\gamma$ OH — 1200-1400 sm-1 / keng shakldagi yutilish chizigidan iborat buladi .

S-O.. Ushbu-bog spirtlar va efirlarda bylib , IK soxada yukori intensivli yutish chizikdarini xosil kiladi /V S-O 1000-1275 sm- 1 /

YUtilish soxasi molekula tuzilishiga boglik buladi yani kushbog va aromatik xalka borligi ta`sir kiladi. Murakkab efirlarda ikki yutilish chastotasi sodir buladi: V COC 1025-1075sm-1 V SOS 1200-1275 sm -1. Bu soxada boshka funksional guruxlar IK nurlari yutilisha mumkin, bu esa spektrni urganishda kiyinch tugdiradi. YUkuri intensivlikka ega bulgan uchun bu soxada yutilishni S-O-S bogi uchun xos deyish mumkin.

S-O. Karbonil guruxning valent tebranishi ushbu gurux kanday molekula tarkibida bulishidan katiy nazar, yukori intensivlik ega bulgan maksimum xosil knladi V G = O 1650-1850 sm -1. Bu soxada bonца guruxlar yutish chizigini xosil kilmaydi. Xar xil moddalar uchun S = O guruxning chastotalari bir-biridan fark kiladi. Masalan:

Aldegid va ketonlar 1710-1750 sm-1

Karbon kislotalar 1750-1770 sm-1 (monomer)

Murakkab efirlar 1706-1720 sm-1 (dimer)

Kislota amidlari 1735-1750 sm-1

Kislota xlorangidridlari 1650-1695 sm-1

Kislota ftorangidridlari 1765-1815 sm-1

Kislota angidridlari 1865-1875 sm-1

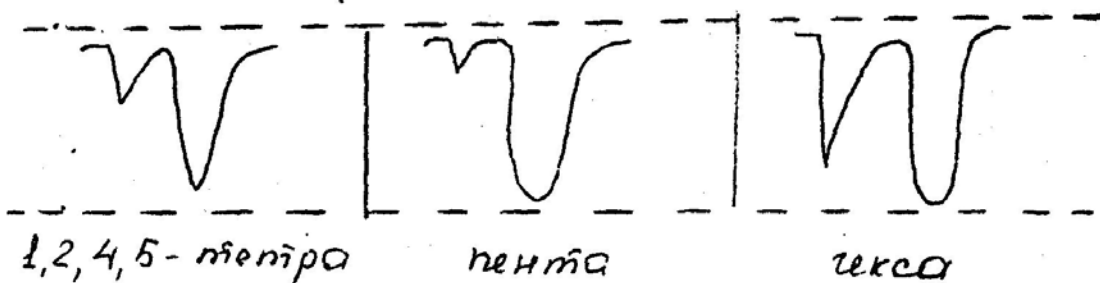
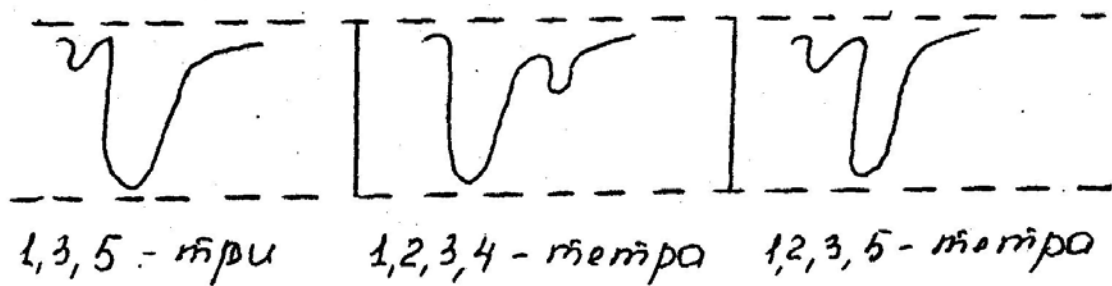
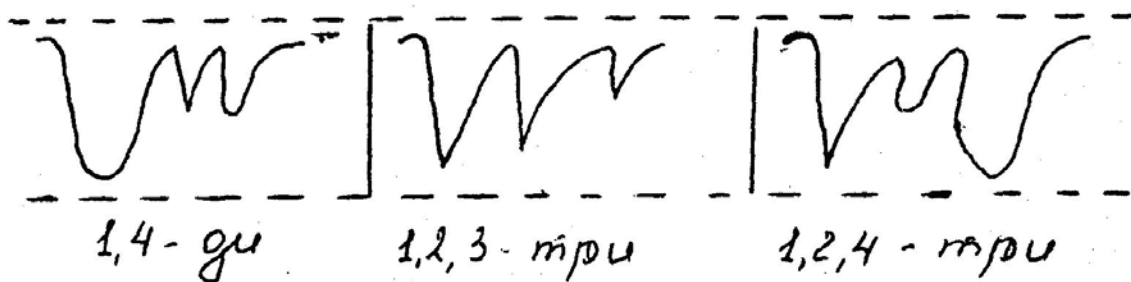
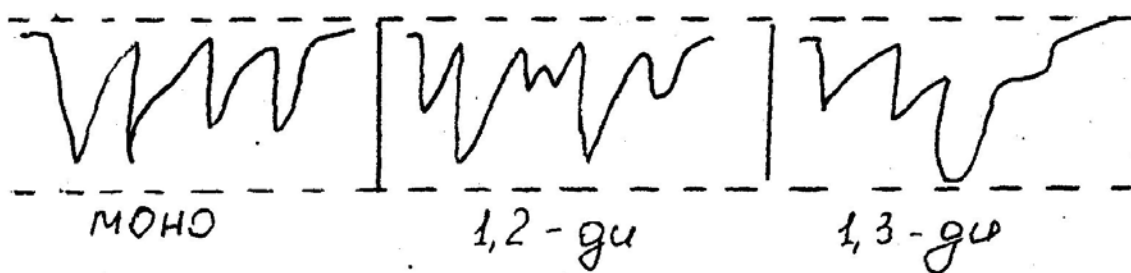
1740-1790 va 1800-1850 sm-1



$$\begin{array}{ll} (1) \quad \nu_{\text{C=O}} = 1720-1700 \text{ cm}^{-1} & (3) \quad \nu_{\text{C=O}} = 1750-1740 \text{ cm}^{-1} \\ (2) \quad \nu_{\text{C=O}} = 1750-1785 \text{ cm}^{-1} & (4) \quad \nu_{\text{C=O}} = 1780-1760 \text{ cm}^{-1} \end{array}$$

Karbonil guruxga kushbog yoki aromatik xalka joylashsa, masalan S=S-S=O yoki S<sub>6</sub>N<sub>5</sub>-S=O, S = 0 1665-1685 sm-1 tashkil etadi. Demak, karbonit guruxining chastotasini bilib, unga xos keluvchi funksional gurux tabiatini aniklash mumkin. Karbonil guruxning yutulishi asosida modlaning mikdor taxlilini ishlab chikish mumkin: Keto-enol tautomeriya xolatlarida IK spektrga asoslanib, tautom turlerzning mikdorini anikdash mumkin.

**AROMATIK BIRIKMALAR** .Benzol x,alk,asidagi S-S bogining valent tebranishi kam intensivlikka ega bulib, 1585-1600 sm va 1400-1500 sm da namoyon buladi va tuyinmagan uglevr dorodlardagi S-S bogining tebranish chastotasi k,iymatlari bilan yakin turadi. Aromatik birikmalarning IK spektrlarida S-N bogining deformasion tebranishiga xos bulgan chastotalar 650-900 sm da sodir buladi . Bu soxadagi yutilish aromatik x,alk,ada joylashgan radikallar tabiatini ularni bir-biriga nisbatan orto, para yoki meta xrla joylashishini «chanikdashga imkon beradi. Ushbu soxada yutilishning bulmasligi modda tarkibida aromatik x;alk;a yukdigidan dalolat beradi. Aromatik x;alkddagi xar xil urin almashinishlar IK soxadagi yutshshshga ta`sir krldadi. Buni bilish uchun 1650-2000 sm soxadagi yutilish chastotalaridan foydalaniladi (kuyidagi rasmga karang).



Kup xalkali aromatik uglevodorodlar IK soxadagi yutilishi benzolga uxshab ketadi. Bu birikmalar xam 3100-1600 sm va 650-500 sm soxalarida IK nurlarni yutadi. Xalkada urinbosarlarning bulishi yutilish chastotalarining kiymatiga ta'sir kiladi. Benzol xalkasidagi xar xil urin almashinishlarga xos bulgan IKsoxadagi yutilishlar (1650'..2000 sm soxada). Tuyinmagan geteroxalkali biriikmalarning IK spektri kup jixatdan aromatik birikmalarning spektrlariga uxshab ketadi: S-N furan, pirrol, tiofen va piridinlarda 3010-3080 sm va S=S 1300-1600 sm da namoyon buladi. Kent tarkalgan geteroxalkali birikmalarning asosiy chastotalari kuyidagi kiymatlardan iborat (sm)

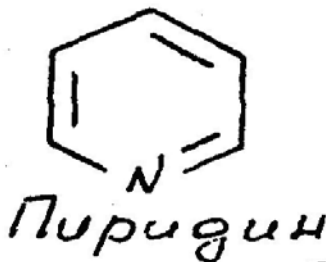
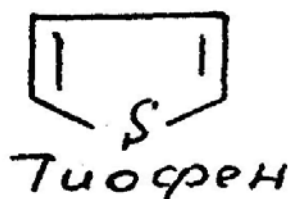
Furan 3125-3185 1500-1565

Tiofen 3050-3125 1040-1520

Pirrol 3400-3440 1555-1565

Piridin 3020-3070 1430-1650

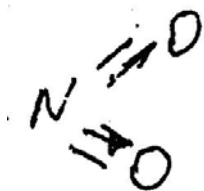
Geteroxalkali birikmalarda S-N bogning deformatsion tebranishi aromatik birikmalardek uziga xos bulib, S-N 600-800 sm da sodir buladi.



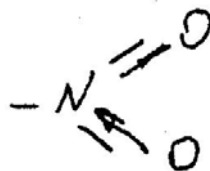
K-N. Tarkibida K-N bog tutgan moddalar tabiatda keng tarkalgan birikmalardan xisoblanadi. Bogning valent tebranishi = 3100-3500 sm da sodir bulib, intensivligi jixatidan VOH dan ancha past buladi. Aminlarning tebranish chastotalari molekulada vodorod bog bor yoki yukdigiga xam boglik buladi:  $V_{N-H} = 3300-3500$  (ozol), 3100-3300 (boglangan). Birlamchi aminogurux uchun xarakterli yutilish chastotasi ikkita kiymatdan iborat bulib, ular yonma - yon joylashadi va suyultirilgan eritmalarda anik, namoyon buladi ( $V_{NH_2} = 3400$ ,  $V_{NH_2} = 3500$  sm). Ikkilamchichi aminogurux esa bitta yutilish chastotasiga ega. Aminoguruxning deformatsion tebranishi kuchsiz intensivlikdagi yutilish chastotasidan iborat: birlamchi aminogurux uchun  $\sigma_{NH_2} = 1500-1625$  sm Ikkilamchichi aminogurux uchun esa  $\sigma_{NH_2} = 1500-1600$  sm. Azmetinlar 1690-1615 $sm^{-1}$  da intensivligi yukori bulgan chizigini namoyon kiladi va urin oluvchi guruxlar spektr xolatiga ta`sis kiladi. Aromatik xalka bilan tutash joylashish tebranish chastotalanini 1657-1641 $sm^{-1}$  ga uzgartiradi, aromatik xalkalar soni ikkita bulganida, tebranish chastotalari 1615-1630 $sm^{-1}$  da sodir buladi .

SON-N. Karbon kislotalarning IK spektirida aminoguruxga xos yutilish sodir buladi  $V_{NH} - 3400sm^{-1}$  va  $V_{NH} - 3500sm^{-1}$ . Ushbu chastotalar kiymati jixatidan tuyingan uglevodorodlardagi amino gurux yutilish chastotasiga mos keladi. Kattik, xoldagi modada vodorod boglar karbon kislotalari amidlaning valeni tebranishiga ta`sir kiladi -  $V_{N-H} - 3200cm^{-1}$  va  $V_{N-H} - 3350sm^{-1}$  da namoyon buladi. S=.Nitril

guruxining valent tebranishi  $V_{CN} 2240-2260 \text{sm}$  da sodir buladi. Ushbu soxada boshka guruxlar yutilish chastogasini mos keladi. Kattik xoldagi moddada vodorod boglar karbon kislotalari amidlarning valent tebranishga ta'sir kiladi -  $3200 \text{sm}$  va  $-3350 \text{sm}$  da namoyon buladi .  $\text{NO}_2$ . Nitroguruxning valent tebranshlarni  $V_{\text{NO}_2} = 1370- 1390 \text{sm}$  va  $V_{\text{NO}_2} = 1550-1580 \text{sm}$  da sodir buladi . Nitroguruxdagi simmetrik va asimmetrik tebranishlari quyidagicha kurinishda ifodalash mumkin;



Simmetrik tebranish



Asimmetrik tebranish

$N \div O$  Alifatik va aromatik

-oksidlar MK soxada uziga xos

yutilish chastotasiga ega.

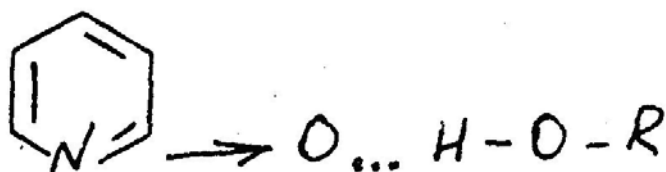
Alifatik  $N \div O$

970-950 sm

Aromatik  $N \div O$

1300-1200 sm

$N=$  Oksid eritmasi kutbli erituvchilarda /masalan, spirtlar/ tayyorlansa, /  $N$  -oksid guruxi erituvchi bilan vodorod bog xosil kilgani uchun yutilish chastotasining qiymati biroz kamayadi.



Bu bog IK spektirda  $2550-2600 \text{sm}$  soxada tebranish chastotasini namoyon kiladi. Ushbu IK soxada bopша funksional guruxlarning yutilish chastotasi bulmagani uchun bu gurux molekulada borligini aniklash munkin, lekin uning intensivligi uncha yukori emas /10 jadval./

Muxim moddalarning tebranish chastotalari jadvali

| CHastota, sm | Intensivligi | Tebranish tabiati | Birikmalar |
|--------------|--------------|-------------------|------------|
| 1            | 2            | 3                 | 4          |

3620-3600

K-li, ur.  $V_{\text{ON/ozod/}}$

Spirtlarning

|           |                                   |          |   |
|-----------|-----------------------------------|----------|---|
| 3600-3500 | K-li, ur. VON/sogl./              |          | suyutirilgan eritmalari<br>Spirtlardagi<br>molekulalar ichra<br>vodorod bogi. |
| 3500      | ur. V <sub>NH2</sub> /ozod/       |          | Birlamchi<br>amidlarning<br>suyultirilgan eritmasi                            |
| 3400-3350 | ur.V <sub>NH</sub> /ozod/         |          | Ikilazmchi aminlar,<br>amidlar  |
| 3350-3520 | K-li, ur VON/ozod/                |          | Kislotalarning<br>suyultirilgan eritmalari                                    |
| 3500-3400 | K-li, ur. V <sub>NH</sub> /ozod/  |          | Birlamchi aminalar, amidlar   |
| 3400      | K-li, ur. V <sub>NH2</sub> /ozod/ |          | Amidlar. Suyutirilgan<br>eritmasi   |
| 3330-3260 | ur.V=CH                           |          | Urin almashgan asitenlar  |
| 3300-3280 | ur.V <sub>NH</sub> /bogl/         |          | Almashilgan amidlar   |
| 3200-2500 | ur.V <sub>OH</sub> /bogl/         |          | Kislotalarning dimeri   |
| 3100-3020 | ur. K-siz V=CH                    |          | Arenlar   |
| 2962      | K-li V=CH <sub>3</sub>            |          | Alkanlar  |
| 2930-2910 | ur. V <sub>CH3</sub>              |          | Benzol x;alkasidagi -SNz  |
| 2926      | K-siz V <sub>CH2</sub>            |          | Alkanlar  |
| 2890      | K-siz VC-H                        |          | Alkanlar  |
| 2880-2860 | ur. K-siz V <sub>CH3</sub>        |          | Alkanlar, benzol<br>kalkasidagi-SNz   |
| 2860-2850 | ur.V <sub>CH2</sub>               |          | Alkanlar  |
| 2695-2830 | K-siz VC(O)H                      |          | Aldegidlar  |
| 2250-2100 | K-siz VC=C                        | Alkinlar |   |
| 2240-2260 | ur. VC=N                          |          | Nitrillar   |
| 1850-1650 | juda k-li V C=O                   |          | Karbonilli birikmalar,<br>kislota va ularning<br>xosilalari                   |
| 1680-1600 | ur. K-siz VC=C                    |          | Alkenlar  |
| 1600-1585 | ur. K-siz VC=C                    | arom     | Arenlar   |
| 1500-1400 | ur. K-siz VC=C                    |          | Arenlar   |
| 1550-1580 | ur. K-siz VNO <sub>2</sub>        |          | Nitrobirikmalar   |
| 1460      | ur. V <sub>CH3</sub>              |          | Alkanlar  |
| 1450-1300 | K-siz VCH                         |          | Urin almashgan etilenlar  |
| 1410-1390 | ur. K-siz VCH                     |          | Uchlamchi butil gurux   |
| 1420-1330 | ur. VON                           |          | Spirtlar, fenollar,<br>kislotalar   |
| 1385-1370 | ur. V <sub>CH3</sub>              |          | Geminal dimetil gurux   |
| 1385-1375 | ur. V <sub>CH3</sub>              |          | Metilbenzollar  |
| 1380-1370 | K-siz V <sub>CH3</sub>            |          | Alkanlar  |
| 1370-1390 | ur. K-siz VNO <sub>2</sub>        |          | Nitrobirikmalar   |
| 1280-1230 | K-siz V C-N                       |          |   |



|           |                 |                                     |
|-----------|-----------------|-------------------------------------|
| 1280-1200 | ur. V C-O-C     | Murakkab efirlar                    |
| 1250-1180 | ur. V C-N       |                                     |
| 1220-1185 | ur. V C-O       | Ikkilamchichi va uchlamchi spirtlar |
| 1145-1105 | ur. K-siz V C-O | Ketallar va asetallar               |
| 1150-1050 | ur. V COC       | Efirlar                             |
| 1025-1060 | ur. K-siz V C-O | Spirtlar                            |
| 970-950   | ur. VCH         | Trans-alkanlar                      |
| 900-650   | ur. VCH         | Arenlar                             |
| 860-550   | ur. VCH         | Alkilxloridlar                      |
| 750-650   | ur. VC-SI       | Sis-dienlar                         |
| 700-500   | ur. VCH         | Alkilbromidinlar                    |
| 600-500   | ur. VC-J        | Alkilyodidlar                       |
| 3100-3000 | ur. K-siz VCH   | Alkenlar                            |

K-li - kuchli, k-siz - kuchsiz, ur. - urtacha, bogl. - boglangan.

#### Ma`ruza-4

# KRISTALL VA MORFOLOGIK TUZILISHLARNI TAXLIL VA TADQIQ QILISH FIZIK USULLARI

Reja:

1. Rentgenografik tekshirish usuli
2. Rentgen nurlarining xossalari
3. Kristallar kimesi

1895 yili nemis fizigi Rentgen ichiga ikkita elektrod kavsharlangan shisha naychadan havoni  $10^{-5}$  simob ustuni bosimigacha xaydab chiqarib undan elektr toki o'tkazilsa elektrodalarda o'ziga xos ko'zga ko'rinmaydigan nurlar chiqishini aniqladi bu nurlar keyinchalik Rentgen nurlari deb ataldi.

To'lqin uzunligi  $10^{-2}$   $10^2$  A bo'lgan elektromagnitaviy to'lqinlar Rentgen nurlari deyiladi.

Rentgen nurlari turli apparatlarda olinadi lekin ularning xammasida nur olish bir xil prinsipga ya'ni katodga yu'ori kuchlanish berilganda o'zida elektronlar chiqarishi va bu elektronlar xarakati yo'nalishida joylashgan, qarama qarshi qutblangan elektrod (antikatod) ga urilishi natijasida antikatodda juda katta tezlikda zarrachalar otilib chiqishiga asoslangan Rentgen nurlarining kvantaviy energiyasi yorug'lik nuri fotonlari energiyasining bir necha marotaba ortiq bo'ladi. Rentgen nurlari to'lqin uzunligi juda kichikligi va yuqari kvantaviy energiyaga egaligi tufayli ko'pkina jismlar orqali o'tganda energiyasining bir qismi yutiladi. O'tgan nurlarning sezgirligi tushayotgan nurlarninkiga nisbatan kam bo'ladi. SHu xususiyatlari tufayli ular sanoatda material va buyumlarning ko'rinmas nuqsonlarni aniqlashda keng qo'llaniladi.

Qattiq moddaga rentgen nurlari tushirilganda moddadan elektronlar chiqa boshlaydi, chiqayotgan elektronlarning soniga qarab rentgen nurlarining sezgirligini aniqlash mumkin.

Rentgen nurlarining boshqa elektromagnitoviy tebranishlardan to'liq uzunligi bo'yicha faqat birinchi jadvalda ko'rsatilgan.

Nurlar(tebranishlar) to'liq uzunligiga qarab turli usullar bilan xosil qiladi. Masalan, radioto'lqinlarni tarqatish uchun yirik inshoatlar – uzatgich va antenna bo'lishi kerak, ulardan yuqori chastotali katta to'lqin uzunligiga ega bo'lgan elektromagnitoviy tebranishlar vujudga keltiriladi. Infra qizil nurlar, yorug'lik nkri va ultra binafsha nurlari modda tarkibiga kirgan zarrachalarni yuqori temperaiura ta'sirida tez tebranma xarakat qilishi natijasida vujudga keladi. Rentgen nurlari esa katta tezlikda xarakatlanayotgan elektronlarning yo'lga to'siq qo'yib, ularni birdan to'xtatish natijasida vujudga keladi. To'rmizlangan elektronlar energiyasining asosiy qismi issiqlikka aylanadi, ular energiyasining juda oz (0.1-1%) qismigina rentgen nurlari inergiyasiga aylanadi.

1-jadval

Elektromagnitoviy nurlarning turlari

| Nurlar | To'lkun uzunligi |
|--------|------------------|
|--------|------------------|

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| Radioto`lkinlar      | 30 $\mu$ k-0.3mm     |
| Infraqizil nurlar    | 0.3mm-7800A          |
| YOrug`liq nuri       | 7800-3900A           |
| Ultrabinafsha nurlar | 3200-200A            |
| Rentgen nurlari      | $10^{-2}$ - $10^8$ A |

Rentgen nurlari xavo yoki boshka gaz orkali utganda gaz molekulalarini ionlantiradi buning natijasida kutblangan zarrachalar ion va elektronlar xosil buladi. Gazning atom yoki molekulasidan elektron ajralib chikishi bilan u musbat ionga aylanadi. Elektronlar gaz molekulalari bilan kup marta tuknashganidan sung biror atom , yoki molekulaga birikadi va manfiy ion xosil kiladi. Musbat va manfiy ionlar tartibsiz xarakatda bulib, uzaro tuknashganda neytrallanadi. Ionlarga gaz elektrik maydonga joylashgan bulib, musbat ionlar katodga, manfiylar esa anodga tomon intiladi. Ionlar elektrodga urilganda ular neytrallanadi, bundan tashkari zanjirda ionlanish toki xosil buladi. Xosil bulgan ionlanish toki nixoyatda kichik (taxminan 10-10 a) buladi.

Rentgen nurlarining uzi kutblanmagan, ya`ni neytral bulib, ularga elektrik maydon xam, magnitaviy maydon xam ta`sir kilmaydi.

Rentgen nurlari kristall panjaraga tushganda ularning bir kismi kaytadi, boshka kismi esa utadi. Kristall panjara orkali utganda kisman eyiladi, kisman ogadi va kisman snadi. Kristall panjaraning parallel tekisliklaridan kaytgan nurlar difraksion panjara orkali utgan yoruglik nurlariga uxshab uzaro uchrashadi.

Rentgen nurlarining kristall panjara ionlariga urilib kaytadigan difraksion manzarasi kristallarning strukturasi urganishga imkon beradi.

Rentgen nurlari biror moda orkali utganda nurda va nurlantirilayotgan moddada uzgarishlar sodir bulishi ustida kiskacha tuxtalib utamiz.

Rentgen nurlari biror moddaga tushganda energiyasining bir kismi moda orkali utishida saflanadi. Dastlabki rentgen nurlari moda atomlari bilan ta`sirlashganda ular energiyasining bir kismi elektronlarga utadi. Bu elektronlar energiya beruvchi elektronlar deyiladi. Modda orkali utgan rentgen nurlari moddadan elektronlarni sikib chikaradi. Natijada issiklik ajralib chikadi.

Agar moda atomining ichki elektron kavatidagi kushimcha energiya olgan elektronlar moddadan chikib keta olmasa, bu kushimcha energiya moddada elektronlarning xarakatlanish tezligini kuchaytirishga sarf buladi, ya`ni moddaning ichki energiyasini oshiradi. Bundan tashkari, katta energiyaga ega bulgan bu elektronlar rentgen kvantlarni sikib chikargan tashki kavatdagi elektronlarning urniga utadi.

Moddaga tushayotgan nur energiyasining u orkali utgan nur energiyasidan farki yutilgan va tarkalgan nur energiyasi mikdorini beradi.

Rentgenografik analiz usuli rentgen nurlarining moda kristall panjarasiga tushganda difraksiyalanishiga asoslangan. Rentgen nurlari moda orkali utganda uning atomlaridagi elektronlarga ta`sir kursatadi va ularni tebranma xarakatga keltiradi. Natijada elektronlar ikkilamchi tulkin manbaiga aylanadi. Atomlarning elektronlari

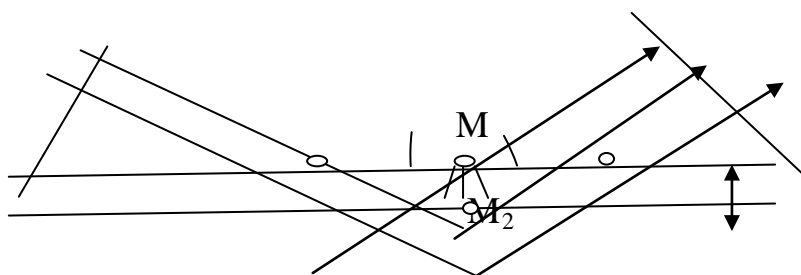
tarkatgan tulkinlar xar tomonga yoyiladi, agar moddada atomlar ma`lum tartibda joylashgan bulsa, interferensiya xodisasi tufayli tulkinlar bir yunalishda bir-birini kuchaytiradi, kolgan xama yunalishlarda esa bir-birini sundiradi.

Kristall xolatdagi moddalar orkali rentgen nurlari utganda murakkab difraksion manzara xosil bulishiga sabab kristall panjaradagi atomlar rokali utgan nurning uzaro parallel tekisliklardan kaytishidr.

Agar tulkin uzunligi  $\lambda$  bulgan monoxramatik rentgen nurlari okimi kristallning atomlar tekisligiga  $0$  burchak ostida tushsa, ulardan kaytgan nurlar bita fazada joylashib bir-birini kuchaytiradi. Xar kaysi tekislikdan kaytgan nurlarning bosib utgan yuli butun son  $n$  ga teng buladi.

SHunday kilib, rentgen nurlarining tekshirilayotgan moda orkali utishida «kuchsizlanish» moddaning strukturasi boglik.

Rentgen nurlarining kristall moda atomlariga urilib tarkalishini G.V.Vulfa va Bregg kristalldagi atomlar tekisligidan kaytishi deb karadilar.



- 1- Rasm. Atom tekisliklaridan kaytgan nurlarini kayd etish sxemasi.
- 2- 1- rasmdan kristall panjaraning ikkita uzaro parallel tekisliklaridan kaytgan rentgen nurlarining bosib utgan  $2d \sin \theta$  ga teng. SHunday kilib, difraksiya sharti kuyidagi Vulf – Bregg tenglamasini kanoatlantirgandagina interferension nur xosil bulishi mumkin;

$$N\lambda = 2d \sin \theta$$

bu erda  $d$  – tekisliklar orasidagi masofa;

$\lambda$ -rentgen nurlarining tulkin uzunligi,  $\text{A}$ ;

$\theta$ -rentgen nurlarning kristall panjara tekisligiga tushish burchagi.

Demak, difraksiya natijasida oggan nurlarning yunalishi kristall ponjaraning tuzilishiga (atomlarning bir-biriga nisbatan jaylashuvi va atomlar tekisliklari orasidagi masofa-  $d$  ga ) boglik.

Vulf-Bregt tenglamasi rentgenostruturaviy va rentgenospektral analizlar uchun asosiy xisoblash formulasidi.

Rentgen nurlarning sinishi dastlab kristallning turli tekisliklardan «yumshok» rentgen nurlarning kaytishi ulchab aniklanadi. Bunda kaytish tartibining ortshi bilan Vulf-Bregt tenglamasi buyicha xisoblangan tulkin uzunligining kamayishi aniklanadi. Lekin Vulf-Bregt tenglamasiga kura tulkin uzunligi  $\lambda$  va kristall panjara konstantasi  $d$  uzgarmaganda  $\frac{\sin \theta}{n} = \text{const}$

bulishi kerak edi. Tenglamadan bunday chetga chikishning sababi rentgen nurlarning sindirish kristall panjaradan utishida ogishdir.

Vulf-Bregt tenglamasini keltirib chikarishda rentgen nurlarning sindirish kursatkichi birga teng, yani nurning kristall tashkarisidagi va uning ichidagi yunalaishlari bir xil buladi, deb kabul kilinagan.

Kristall yuzasiga tulkin uzunligi bir xil bulmagan nur tushayotganda nur kanday burchak ostida tushishiga karab malum bir tulkin uzunlikdagi nurlargina kaytadi, bu *selektiv* kaytish deyiladi.

Tekshirilayotgan moddalarning kristall yoki amorf xolatdaligini va ularning tuzilishini rentgen nurlari mineralarining kristall panjarasiga tushirilganda struktura elementlari bilan tasirlashishi natijasida xosil buladigan difraksion manzara yordamida aniklash mumkin.

Kristall xolatdagi xar kanday modda aynan shu modda uchun mos bulgan strukturaga ega bulib, undagi ionlar (atomlar) uziga xos tartibda joylashadi. Malumki bazi mienrallarning kimyoviy tarkibi bir xil buladi. Masalan, rutil-brunit-anataz, kvars-tridimit-kristabolit yoki kalsit-aragonnit minerallarning kimyoviy tarkibi uxshash, lekin ular strukturasi tashkil kilgan zarrachalarning bir-biriga nisbatan turlicha joylashganligi bu moddalar strukturasi va boshka xossalaridagi farkni keltirib chikaradi. Ikkinchi tomondan kimyoviy tarkibi bir-biridan boshqacha bo`lgan bir qaycha minerallar, masalan flyuorit, uranit, serionit, trianit va boshqalarda kation va knionlarning joylashishi o`xshash bo`ladi. Bu moddalarning strukturaviy parametrlari kimyoviy tarkibiga bog`liq ravishda bir-biridan farq qiladi. Kristal panjara tekisliklari orasidagi masofaning qiymati minerallar strukturasi xaqida ancha aniq ma`lumot beradi, chunki u ion va atomlar joylashuvining davriyligi bilan bog`liq. Atomlar tekisliklari esa atomlarning fazaviy panjarada koordinata o`qlariga nisbatan joylashishiga bog`liq. Elementlar katakcha parallelepiped bo`lib, uning simmetriyasi minerallarning strukturaviy simetriyasiga mos, qirralarning yo`nalishi koordinata o`qlarining yo`nalisha bilan bir xil bo`ladi. Bu koordinatalar sistemasida atomlar tekisligining xolati, uning indeksleri hkl ga bog`liq.

Tekisliklar orasidagi masofalarning qiymati hkl indekslar orqali elementar katakchalarining tuzilishini aniqlash uchun elementar katakcha parametrlarinigina emas, elementar paralapepetni tashkil qilgan atom (ion, molekula)larning koordinatalarini xam bilish kerak. Moddalar kristall tuzilishini xarakterlovchi bu ma`lumotlar difraksion manzara minerallarning rengenogrammasidan olinadi.

Tekshirilayotgan moddaning tuzilishi va tarkibiga qarab rentgenostrukturaviy analiz usulidan biri tanlanadi. Masalan, monokristallarni tekshirishda –Laue usuli, aylantirish xamda rentgengoniometr usulidan; polikristallarni topshirishda esa kukun usuli yoki Debay-SHerrer usulidan foydalaniladi.

Monokristallardan qaytgan rentten nurlari Difraksiyasini hosil qilish uchun kristallni unga tushayotgan nur yo`nalishiga to`g`rilash (orentasiyalash) yoki polixromatik nurlardan foydalanish zarur bo`lsa, polikristall holatdagi moddalardan difraksiyalangan nur olishda

monoxromatik nur yo`naltirilayotgan modda qo`zg`atilmaydi. Bunda Vulf Bregg tenglamasi orkali ifodalangan difraksiya sharti bajariladi, chunki polikristall moddalarda dastlabki nur yo`nalishiga nisbatan turlicha joylashgan ko`pdan-ko`p kristallar bo`ladi,  $h_1 k_1 l_1$  tekisliklari dastlabki nur yo`nalishiga nisbatan  $0_1$  burchak ostida joylashgan kristallar rentgen nurlarini  $20_1$  burchak ostida difraksiya konus shaklida qaytaradi  $h_2 k_2 l_2$  tekisliklari dastlabki nur yo`nalishiga nisbatan  $0_2$  burchak ostida joylashgan, boshqa kristallar esa burchakka o`gan konuslar hosil qiladi va hokazo.

Kristallardan qaytgan nurlar fotografik usul bilan qayd qilinsa, yassi fotoplyonkada bu konuslar konsentrik difraksiya halqalar sistemasini hosil qiladi.

Polikristall moddalar difraktogrammasini rentgen kameraning silindr shaklidagi yuzasi bo`ylab egilgan plyonkaga olish ancha qulay. Bunda plyonkaning eni uncha katta bo`lmagani tufayli (3-5 sm), nur chiqishiga nisbatan simmetrik ravishda joylashgan yo`llar hosil bo`ladi. Simmetrik yo`llar orasidagi masofani o`lchab, nurning qaytish burchagi hisoblanadi:

$$2l = 4R\theta$$

Bu erda  $2l$ -simmetrik yo`llar orasidagi masofa, mm,

$R$ -Rentgen kameraning radiusi, mm;

$\theta$ -rentgen nularining qaytish burchagi, radian.

$\theta$  ni gradus hisobida ifodalash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

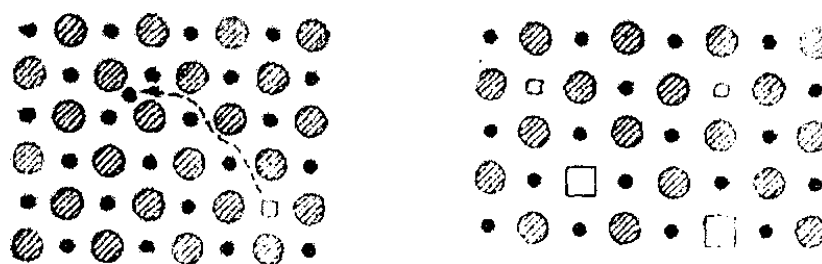
$$\theta^{\circ} = \frac{2l}{\pi R} \cdot 45^{\circ}$$

Nurlarning qaytish burchagi aniqlangach, Vulf-1 Bregg tenglamasidan foydalanib, kristall panjara tekisliklari orasidagi masofa  $\frac{d}{n} = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}$  formula asosida hisoblanadi.

### Moddalarning rentgenografik analiz qilish

Tekisliklar orasidagi masofa bo`yicha moddaning o`zini aniqlash. Kristall holatdagi modda o`zining kristall tuzilishi bilan xarakterlanadi va unga mos ravishda shu panjara uchun xos bo`lgan atom tekisliklari to`plamiga ega bo`ladi. Tekisliklari orasidagi masofalar aniqlash tekshirilayotgan modda kristall panjarasini xarakterlashga imkon beradi. Tekisliklar orasidagi masofalar qiymati bo`yicha spravochnik yoki kataloglar yordamida mineralning strukturasi aniqlash mumkin.

Silikat materiallar asosan polikristall xolatda bo`ladi. Rentgenografik analiz yordamida tekisliklar oralig`idagi masofani hisoblab va ularni spravochniklardagi malumotlar solishtirib, tekshirilayotgan moddaning fazaviy tarkibini aniqlashi mumkin. Buning uchun nurning modda kristall panjarasiga tushib undan qaytish burchagi  $\theta$  aniqlanadi va jadvaldan tekisliklar orasidagi masofa qiymatidan foydalanilib, tekshirilayotgan modda fazaviy analiz qilinadi.



2 - rasm, a. Kristall panjaraning

a) SHottki bo'yicha nuqsoni. b) Frenkel bo'yicha nuqsoni.

Struktura kristall holatdagi nuqsonlarini aniqlash moddalar strukturasi rentgen nurlari yordamida o'rganish, real kristallar strukturasi ionlar bir-biriga nisbatan ideal holatda joylashmaganligini ko'rsatdi.

Kristallar strukturasiidagi nuqsonlar ikki turda bo'ladi. Birinchi tur nuqsonlarga ega bo'lgan moddalar panjarasida bo'sh joylar (SHottki defekti) bo'ladi (2-rasm, a). Kristall panjaradagi atomlarning biror tashqi ta'sir natijasida kristalning yuzasiga o'gishi tufayli kristalda bo'shliq hosil bo'lishi (Frenkel defekti ikkinchi tur nuqsonlarga kiradi (2-rasm, b)).

Ba'zi minerallarning debaegrammalarida ayrim xalqalar yoyilib tushadi, bunga sabab kristallarning juda maydaligi yoki ularning strukturasiida kamchiliklar bo'lishidir. Strukturadagi davriylikning atomlarning statistik siljishi natijasida sodir bo'ladigan buzilishi, atom tekisliklarning mexanikaviy ta'sir yoki gidratasiya natijasida qiyshtayishi va boshqalar kristall panjara kamchiliklariga kiradi.

Minerallarning teksturalanganlik darajasini aniqlash. Kristall holatdagi moddalar debaegrammalarida odatda bir xil sezgirlikka ega bo'lgan halqalar hosil qiladi. Ayrim hollarda bunday sezgirlikning maksimum va minimumlari hosil bo'ladi. Bunday hodisa materiallarning teksturasiga, ya'ni kristallarning ko'pchiligi qanday yo'nalishda joylashganligiga bog'liq. Kristallar teksturasi yassi plyonkaga olingan to'la debay halqasining to'la ifodalanishi kristalning hamma yo'nalishlari bo'yicha sezgirlikni aniqlashga imkon beradi.

Kristallar teksturasini aniqlash sharoitini oldindan aytishga imkon beradi.

Fazaviy analiz. Kristall holatdagi modda o'zining tuzilishiga bog'liq ravishda tekisliklar orasidagi masofalar to'plami va sezgirlikka ega bo'ladi. Kristallarning bu xossasi tekshirilayotgan materialda kristall fazani aniqlashga imkon beradi. Tekisliklar orasidagi masofani va nisbiy sezgirlikni kartoteka ma'lumotlari bilan solishtirish asosida moddaning fazaviy tarkibini aniqlash mumkin.

Kimyoviy tarkibi noma'lum bo'lgan tabiiy minerallarni rentgenografiya usuli yordamida fazaviy analiz qilish ancha qiyin. Moddalarning kimyoviy tarkibi hatto taxminan ma'lum bo'lsa ham, ularning fazaviy tarkibini jadval yordamida aniqlash ancha engillashadi va rentgenogramma olishning qulay sharoitlarini tanlashga imkon beradi. Rentgen usulining aniqlik darajasi ko'pgina omillarga moddadagi atomlarning nurlarini

qaytarish xususiyatiga, butun aralashmaning va tekshirilayotgan fazaning rentgen nurlarini yutish koeffitsientiga kristall panjaraning mukammalligiga, kristallaning o'lchamiga va boshqalarga bog'liq.

Har qaysi fazaning bor yo'qligi dastlab rentgenogrammadagi eng sezgir uchta chiziq orqali aniqlanadi. Modda shu uchta chiziq orqali aniqlangach, tasdiq uchun qolgan chiziqlar solishtirib ko'riladi. Agar aralashmada tekshirilayotgan faza kam miqdorda bo'lsa, unga tegishli chiziqlar sezgirligi kichik bo'ladi, ba'zilar esa mutlaqo ko'rinmasligi ham mumkin. Murakkab moddalarni rentgenografiya usuli yordamida fazaviy analiz qilishning murakkab tomonlaridan biri yana shuki, bir fazaning sezgirligi kichik bo'lgan ba'zi chiziqlari boshqa fazaning ancha sezgir chiziqlari bilan ustma-ust tushib yopilib ketadi. Natijada birinchi faza chiziqlarining nisbiy sezgirligi adabiyotdagi ma'lumotlarga to'g'ri kelmay qoladi.

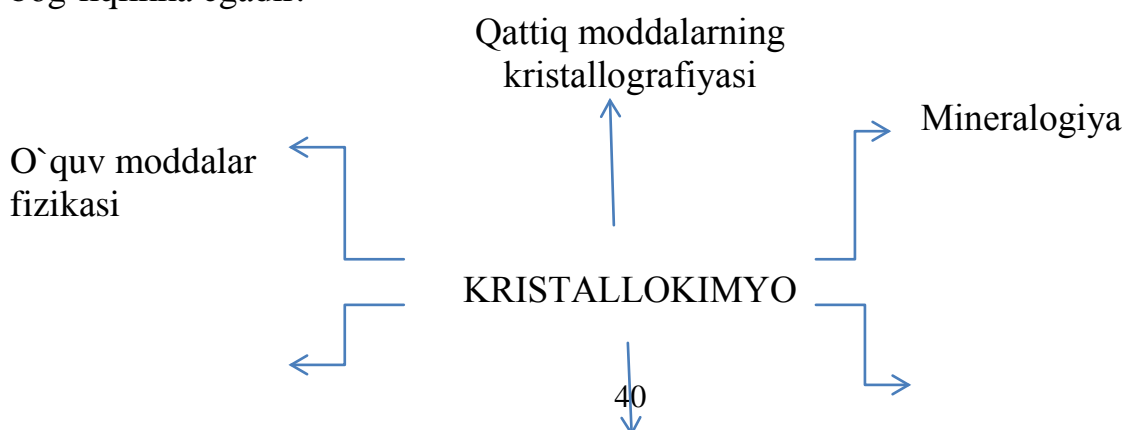
Fazalar miqdorini aniqlash. Moddalarni miqdoriy analiz qilish tekshirilayotgan fazaga tegishli chiziqlar sezgirligini o'lchashga asoslangan, chunki rentgen nurlari difraksiyalanish sezgirligi moddaning miqdoriga to'g'ri proporsional. Modda rentgen nurlari yordamida miqdoriy analiz qilishning bir necha usullari bor. Ulardan biri tekshirilayotgan modddaga standart (etalon) modda aralashtirish usulidir. Bunda ikki yoki undan ortiq fazali tekshirilayotgan moddaga etalon moddadan ma'lum miqdorda qo'shiladi. So'ngra standart modda chiziqlarining sezgirligi tekshirilayotgan moddaning sof holdagi rentgenogrammasi bilan solishtirib ko'riladi. Modda tarkibiy qismlarining miqdorini aniqlash uchun turli miqdorda etalon qo'shilgan bir nechta aralashma tayyorlanadi.

Rentgenografik miqdoriy analiz usuli difraktogrammadagi reflekslar-analitik chiziklar sezgirligini aniklashga asoslangan. Analitik chiziklarning sezgirligi modda miqdoriga to'g'ri mutanosibligi tufayli tekshirilayotgan modda bilan etalondan turli og'irlik nisbatlarda ilinib tayyorlangan aralashmalar rentgenogrammalari asosida gradiurovka grafigi chiziladi. Buning uchun sof holdagi minerallar suniy yo'l bilan olinadi.

Kristallarning o'lchamini aniqlash. Kristallarning odatda mikroskop yordamida aniklanadigan shakli va o'lchami mineralning

## Kristallar kimyosi

Kristallografiya o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, boshqa fanlar bilan uzviy bog'liqlikka egadir.





Kimyo  
(kvant, anorganik, analitik,  
fizikaviy, organik kimyo)

Kristallar kimyosi umuman Kristal moddalarni tuzulishini nafaqat kristallografik usul bilan tushuntiradi, balki uni boyitadi xam.

Kristallografiya elementlarini bilish zarur, bu aloxida kurs bo`lib mutaxassislangan kurslarda o`tiladi.

Kristallografiya biz yuqorida aytgandek geometrik xamda fizikaviy kristallografiyaga bo`linadi.

Fizikaviy kristallografiyaga masalan: NaCl ni olsak u atomlarning ionlaridan tuzilgan jism deb qaraladi, bu ular orasidagi tortishish va itarilish kuchlar borligini taxlil qiladi va bu jismning mexanik kattaligi aloxida inobatga olinadi. Ana shu yuqorida aytib o`tilgan 2 ta omil asosida 1913-yildan boshlab kristallar strukturasi aniqlaydigan metodlar xosil bo`la boshladi.

Lekin kristallning xaqiqiy tuzulishini aniqlashda zamonaviy reniyli struktura analiz xisoblanadi.

Neytronografiya, elektronografiya elektronlar difraksiyasi bo`lib, o`rganilayotgan moddalarning nimalardan tarkibi tashkil topganini aniqlashda yordam beradi.

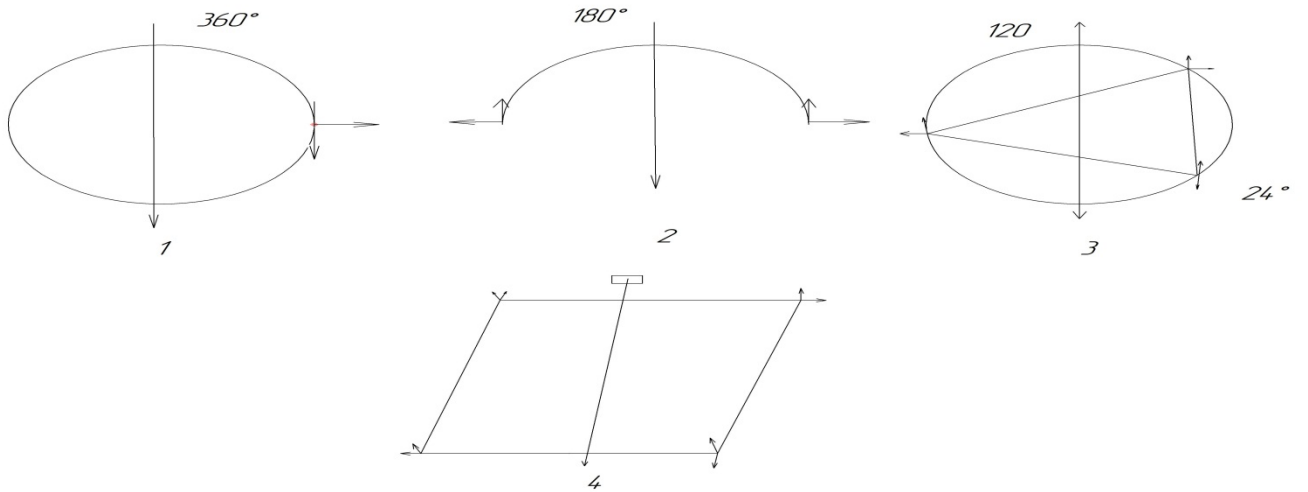
Difraksion uslublar esa kristallarni strukturasi to`g`ridan-to`g`ri aniqlaydigan uslublar xisoblanadi.

### Geometrik kristallografiya

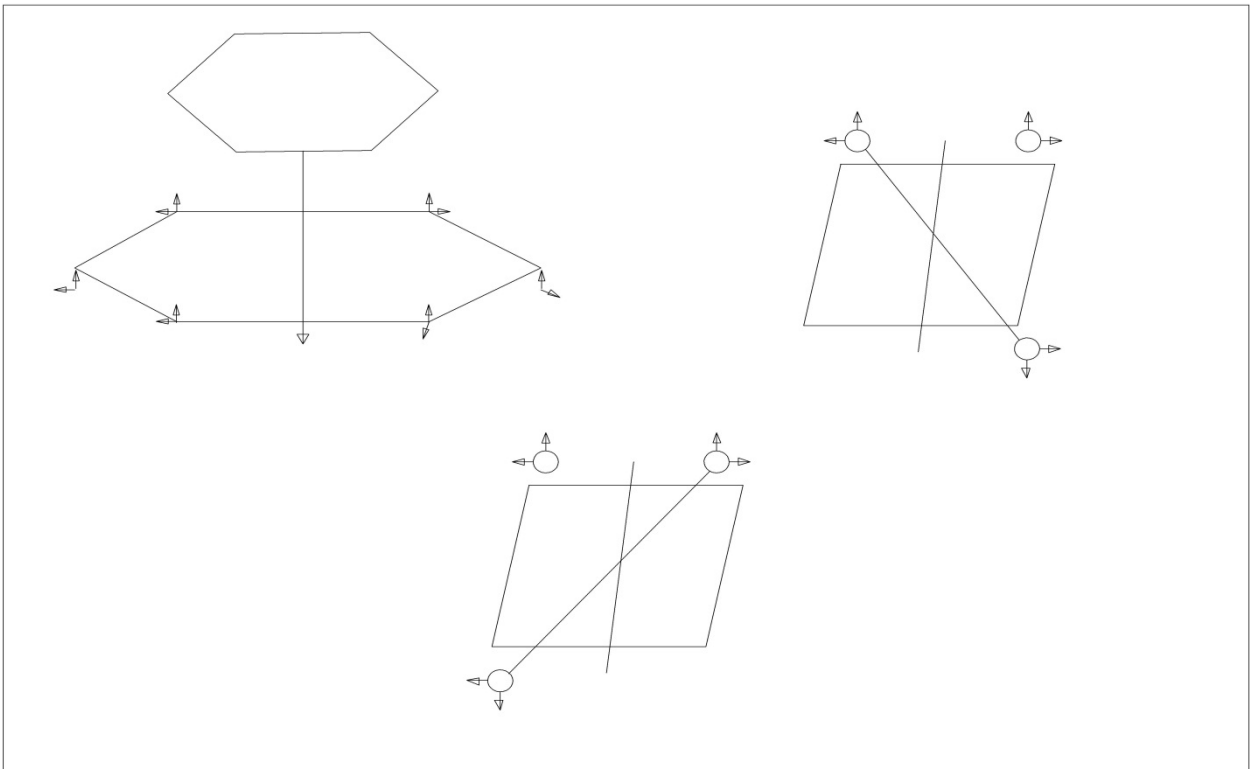
1. Geometrik kristallografiyaning asosiy tushunchalari.

2. Simmetriya tushunchasi. Simmetriya elementlari.

Simmetriya tushunchasida fizik xossalarni fizikaviy o`zgartirishda yo`nalishi tushunilgan masalan biro`qqa biriktirilgan tekislikdagi nuqtani ma`lum gradusga bursak boshqa nuqtalar xam proporsional buriladi. Agar shu o`qni 360 gradusga bursak burilish nuqtani vaziyati boshlang`ich xolatga qaytib keladi.



Xar xil tartibda o`qlar simmetriya



1.  $n=360/60=6$

2.  $S_1=m=2$  yoki  $S_1=S=m=2$

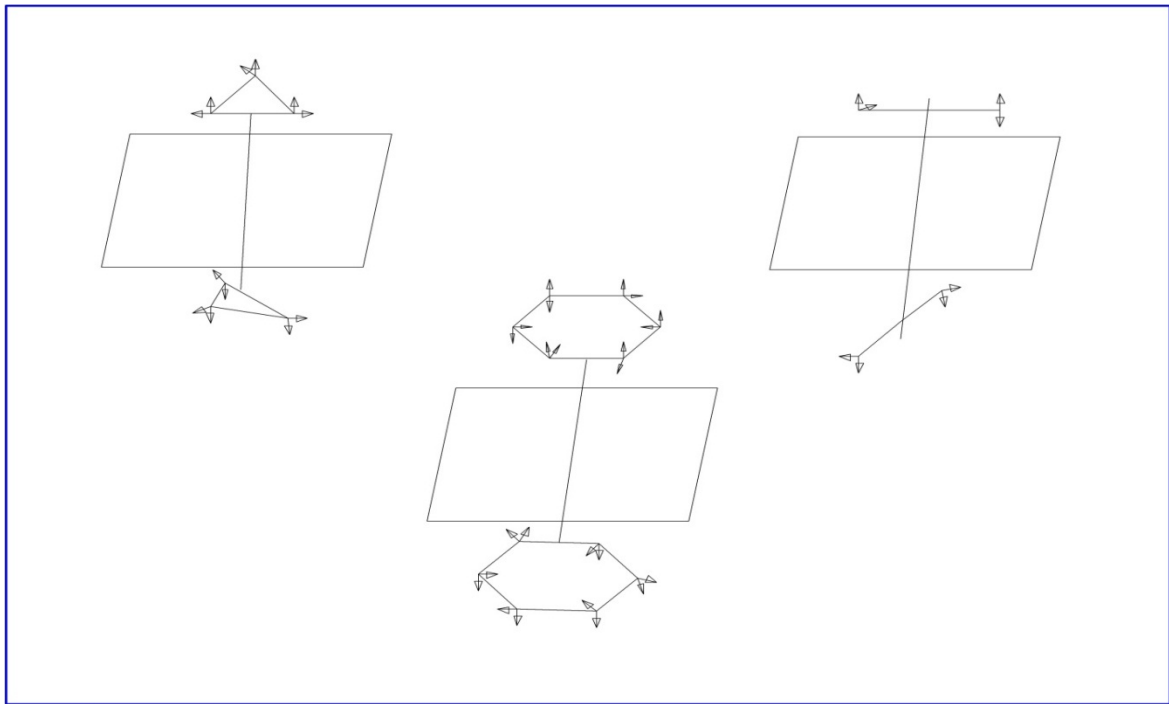
3.  $S_2=Z=i=T$  yoki  $S_2=Z=i^1=1$

n-o`qing tartibi

$C_n$ -o`qing simmetriyasi

S- tekislikning simmetriyasi.

i-inversiya o`qi



1.  $S_3 = S_3 = S = 3 + m = 6$
2.  $S_4 = 4$
3.  $S_6 = S + Z = S_3 \quad i = 3$

n-o`qning tartibi  
 $C_n$ -o`qning simmetriyasi  
 S- tekislikning simmetriyasi.  
 i-inversiya o`qi

SHunday qilib 2 tartibli inversiyao`qi bu tekislik simmetriyasi demakdir, oynaviy burama ikkiligi (2) tartibli o`q, inversiya 1-tartibli o`qga yoki simmetriya markaziga to`g`ri keladi.

3- va 6-tartibli inversiyao`qlari ( $3 = S_6$  va  $6 = S_3$ ) faqatgina simmetriyani tashkil etuvchi elementlar bo`libgina qolmay, balki oddiy element simmetriyalarining yig`indisi bo`lib xam xizmat qiladi.

### Koordinata o`qlarining sistemalari.

Kristallarning geometriyasini yozishda albatta koordinata o`qlari sistemalarini yozish kerak bo`ladi. Albatta bu xolatda yuqoridagi simmetriya xolatlarini inobatga olinadi. Xar qanday elementlar yacheyka egimga parallelepiped bo`lib,  $a \rightarrow v \rightarrow s \rightarrow$  vektorlari asosida tuzilgan buladi. Bu vektorlarni koordinata uki asosida tanlash mumkin. Umumiy xolatda burchaklar ukklar orasidagi  $\langle a \rightarrow b \rightarrow \rangle = y$ .  $\langle a \rightarrow c \rightarrow \rangle = \beta$ .  $\langle a \rightarrow c \rightarrow \rangle = \alpha$

Agar kristallning element simmetriyalari bo`lsa ularni koordinata o`qlarini sistemasini aniqlash oson. Agar kristall o`q simmetriyasi tekislik simmetriyasi bo`lmasi koordinata simmetriyasi 6 ta parametrlar, ya`ni a, b, s va  $\alpha$ ,  $\beta$ , y lar bilan xarakterlanadi.

Agar yuqoridagi parametrlar o`zaro tekis bo`lmasa, ya`ni 1.

$$\left. \begin{array}{l} a \neq b \neq s \\ y \neq \beta \neq \alpha \end{array} \right\}$$

Bunday koordinata sistemasini triklik deyiladi. Klin degani nona deyiladi. Agar bitta 2-chi tartibli simmetriya o`qi bo`lsa koordinata sistemasini oddiylashtiriladi va u quydagi qiymatlar bilan xarakterlanadi. 2.

$$\left. \begin{array}{l} a \neq b \neq c \\ \alpha \neq \beta \neq \gamma = 90^\circ \end{array} \right\}$$

bu koordinata singoniya deyiladi.

Sistema yanada oddiylashadi agar kristall 3-tartibli simmetrik o`qiga ega bo`lsa. Bu xolatda yuqoridagi parametrlar quyidagicha bo`ladi. 3.

$$\left. \begin{array}{l} a = b = c \\ \alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ \end{array} \right\}$$

Bu koordina sistemasini romboedrik sitosiya deb ataladi.

Xuddi shunga o`xshash birliklar  $90^\circ$  teng bo`lganda

$$\left. \begin{array}{l} a = b = c \\ \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ \end{array} \right\}$$

Tetragonal koordinata sistemasi bo`lib kristall 4-chi tartibli simmetriya o`qi (to`rtinchi tartibli o`q S o`qi bo`yicha bo`lishi qabul qilingan)

Agar yuqoridagi parametrlar

$$\left. \begin{array}{l} a = b \neq c \\ \alpha = \beta = 90^\circ = \gamma = 120^\circ \end{array} \right\}$$

Sistema bo`lib, kristall 6 va 3 tartibli o`qlar simmetriyasi bo`ladi ( 6 o`qiga parallel)

$$\left. \begin{array}{l} a \neq b \neq c \\ \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ \end{array} \right\}$$

Rombik sistema bo`lib, kristall o`zaro bir-biriga tik bo`lgan 2-chi tartibli o`qlar simmetriyasi ilan xarakterlanadi.

$$\left. \begin{array}{l} a = b = c \\ \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ \end{array} \right\}$$

Kubik sistema u 3 ta 2 chi artibli o`qlar simmetriyasidan tashqari 3 chi tartibli kubini dioganali bo`yicha yo`nalan 4 ta simmetriya o`qini o`zida namoyon etadi:

Kristallarni geometrik elementlarini analitik yozilishi.

Nuqta to`g`ri chiziq va tekisliklarining indeksi: h, K, l bilan belgilanadi.

Geksogonal sistemada i (= - (h+k)) to`rtinchi indeks qo`llaniladi.

a) Kubda indeksi quyidagicha (001), (010), (100). Oktaedra (111), (111)

$hKl$ ) kompleksini bildirib xar qanday qiymatga va ishoraga ega.  
 Kompleks  $(100)$  u, kompleks  $(111)$  oktaedr  
 Umuman har xil  $h, K, l$  kompleks  $hKl$ ) 48 tekislikdan 48 karrali  
 koordinata boshida bar xil bo`lgan. Xar bir oktantda 6 ta kompleks  
 tekisligi bor. Birinchi oktantda  $(hKc), (h1K), (Klh), (Khl), (lKh)$  i  $( )$

## Ma`ruza-5

### YADRO MAGNIT REZONANSI (YAMR)

Reja:

1. Kirish.
2. Tajriba uslubi.
3. Organik brikmalarning tuzilshpini o`rganishda YAMR-spektroskopiyani qo`llash.

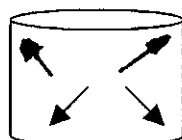
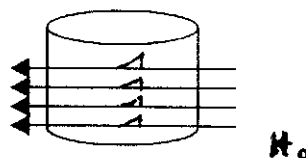
YAdro magnit rezonansi xodisasini birinchi marta 1946 yilda AKSH da Persell va Blox, Angliyada Rollin kuzatgan edilar. Bu kashfiyotni ochganliklari uchun Persell va Bloxlar Nobel mukofotiga sazovor bo`lganlar. Organik kimyoda bu usulning qo`llanilishi 1953 yilga to`g`ri keladi. Xozirgi vaqtda esa spektroskopiya usullari ichida Qatgaq va suyuk moddalarni o`rganishda eng muhim axborot beruvchi usul hisoblanadi, u «magnitli atom yadrolarini» o`rganadi / masalan, vodorod atom yadrosi-protonlar/.

Energiyaning o`zgarish bu holatda atom yadrolarining mashit xossalari bilan boglangan. Atom yadrolarining magnitizm ularning uz YAdro magnit rezonansi asosida, boshqa spektroskopiya usullariga o`xshab, Bor nisbiyligi yotadi.

$$\Delta E = h\nu \cdot (\Delta E = E_1 - E_2)$$

o`qi atrofida aylanishi bilan tushuntiriladi /yadrolarining bu xususiyatlari spinlar deb aytiladi/. YAdrolar elektr zaryadiga ega bo`lib, ularning aylanishi aylanma tok xam yadrolarni mitti magnitchalarga /dipollarga/ taqqoslash mumkin.

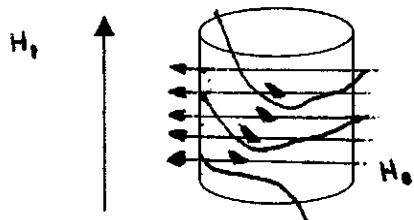
Agar vodorod atomlaridan tashkil topgan qandaydir moddani kuchli magnit maydoniga joylashtirsak, undan magnit dipollari kompas milining Erning magnit maydoniga qarab moslanishga o`xshab yo`naladi.



$H_0$  бўлмагандаги ядро  
диполининг йўналиши

$H_0$  мавжудлигидаги ядро  
диполининг йўналиши

Mos keluvchi yuqori chastotali kuchli impuls taʼsir etib, yadro dipollarini magnet maydonining yoʻnalishiga nisbatan burish mumkin. YAdro magnetlarining uziga xosligi shundan iboratki, yuqori chastotali impulsdan keyin tezda boshlangich holatiga kaytmaydi va magnet maydoni atrofida pildirokga oʻxshab aylanadi.



Koʻp miqdordagi magnet dipollarining birgalikdagi harakat i maydon yoʻnalishiga perpendikulyar joylashgan yuqori chastotali gʻaltakda oʻzgaruvchan magnet maydoni xosil qiladi. SHunday qilib, maʼlum kuchlanish paydo boʻlib, uning chastotasi yadro dipollarining

aylanishiga tegishli boʻladi . YUqori chastotali kuchlanishni paydo boʻlishi BMR signali boʻlib, u atom yadrolarining son oʻlchovi hisoblanadi.

YAdrolarning magnet xususiyati harakat mikdor momenti bilan belgilanib, yaʼni spinlar boʻlib, kvant kimyosi nazariyasiga koʻra, yadrolarning eng Koʻp harakat mikdor momenti yaxlit va yarim qiymatlarda boʻlishi mumkin. Spin kvant sonini J deb belgilasak, yadro  $2J + 1$  holatda boʻlishi mumkin.

Agar  $J = 0$  boʻlsa, magnet momenti xam nolga teng boʻladi , agar  $J = 0$  boʻlmasa, u hodda magnet moment harakat momentining vektoriga doim parallel holda boʻladi . Agar magnet momentining qiymatini M bilan belgilasak, butun oʻlchanadigan magnet momentlari qiymati  $mM_j$  holda ifoda qilinadi, bunda m- magnet kvant soni boʻlib, quyidagi qiymatlarga ega boʻladi :

$$M = J, J-1, J-2, \dots, J+1 + '1-J$$

Harakatning mikdor momenti va magnet moment vektorlari parallel boʻlgani uchun yadroning magnet momenti xususiyatini qiymat bilan belgilab, quyidagi nisbiylik bilan ifodalaymiz:

$$J M = \gamma (J \cdot h)$$

$\gamma$ -gidromagnet nisbiyligi;

Jyi-magshgg momenti;

J-spin kvant soni;

h-plank doimiysi;

$\gamma$ -oʻlchov birligi radian gauss<sup>-1</sup>, sek<sup>-1</sup>.

YAdro magnet momentining qiymatini boshqa usul bilan ifoda etish mumkin, yaʼni protonning magnet momenti spini  $J = 1/2$  boʻyicha olinsa, uning magnet magnetoni  $eh/2$  shr\*S ga teng, bunda shr-proton massasi, e-proton zaryadi, S-yoruglik tezligi.

YAdroning xakikiy yadro momenti spini  $J$  ga teng bo`lsa, uni yadro magetoni orqali quyidagicha ifodalag mumkin:

$$\mu = g \frac{eh}{2m_p c}$$

$g$  - o`lchovsiz loimiylik bo`lib, yadro  $g$  ene / - omil deb aytiladi.

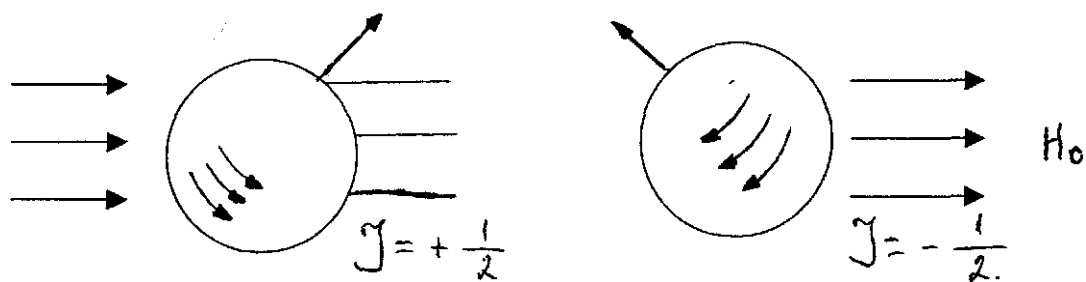
Ma`lum yadro spinlarining to`liq mundarijasida ma`lum qonuniyatni, ya`ni tartib nomeri  $Z$  va massa soni  $A$  yordamida ifodalash mumkin.

Agar massa soni  $A$  tok sonlardan iborat bo`lsa, yadro spini  $J = S$  ga teng, massa soni  $A$  va tartib nomeri juft, tartib nomeri tok sonlardan iborat bo`lsa, spinlar yaxlit sonlardan tashkil topgan bo`ladi .

Spin kvant soni  $J = 0$  bo`lsa, yadro magnet momentiga ega emas, shuning uchun bu atom yadrolari magnet rezonans spektri bermaydi / $S$  va  $O$  ^ /. Organik molekularlar  $S, N$  va  $O$  lardan tashkil topgan uchun, ularni faqat vodород atom yadrosi /proton/ bo`yicha o`rganilgani uchun, bu YAMR usuli proton magnet rezonansi deb aytiladi /PMR/. Spin soni  $I$  va undan yuqori yaxlit sonlardan iborat bo`lgan yadrolar magnet momentidan tashqari, elektr kvadrupol momentiga xam ega, ularning xossalarini yadro kvadrupol momentiga xam ega, ularning xossalarini yadro kvadrupol rezonansi /YAKR/ yordamida o`rganish mumkin / \* N, ^N, 35S1, 75Vch/.

Spinga ega bo`lgan magnet zarracha kuchlanganligi  $N$  bo`lgan magnet maydoniga kiritilsa, protonning magnet maydoni tashqi magnet maydon  $H_0$  bilan ta`sirlanib, shu maydonga nisbatan turli holatlarni egalaydi. Magnet maydoniga yadroni egallab oladigan holatlar soni spin kvant soniga bog`lik  $2J + 1$ . Masalan,  $J = 1/2$  bo`lgan proton  $2J + 1 = 2 \times 1/2 + 1 = 2$  ikki holatda bo`ladi .

Protonning mitgi magnet maydoni kuch chiziqlari tashqi maydon kuch chiziqlari bo`yicha yoki unga qarama-karshi yo`nalgan bo`lishi mumkin /1-rasm/.



Ядро спинини магнит майдондаги икки ҳолат

Magnet maydoni, tashqi magnet maydon  $H_0$  bo`yicha yo`nalgan yadrolar /ularning spini  $S$  ga teng/ tashqi maydon kuchlanganligi  $H_0$  ni ortishiga sabab bo`lsa, teskari spinga ega bo`lgan yadrolar aksincha, tashqi magnet maydon kuchlanishini kamaytiradi. Natijada yadrolarning ayni holda protonlarning energetik pog`onasi magnet maydonida ikkiga ajraladi.





SHunday qilib, yadrolarning bir qismi pastki pog`onada, kolgan qismi esa yuqori pog`onada joylashadi. Pog`onalar energiyalarning farqi E ga teng. Tabiyki, pastki pog`ona energiyasi kichik bo`lgani uchun unda yuqori pog`onaga nisbatan Ko`prok yadrolar joylashadi. Boshqacha aytganda, spinlari No maydon yo`nalishga mos kelgan  $J = -I$  yadrolar spinlari No maydonga karshi yo`nalgan yadrolarga nisbatan Ko`prok bo`ladi. Lekin tashqi magnet maydon No ga nisbatan /parallel  $J = + 1/2$  va antiparallel  $J = -1/2$  yadrolar energiyasining farqi E juda kichik bo`lganligi sababli, yuqori va quyi pog`onadagi yadrolar soni xam bir-biriga yaqin bo`lgan. Odatdagi temperaturada yuqori va quyi pog`onalar zichligidagi farq umumiy yadrolarning 0,0001 qismidan oshmaydi. Masalan, yuqori pog`onada 1000000 ta yadro joylashgan bo`lsa, quyi pog`onada 1000010 ta yadro, ya`ni millionlan untagina yadro ortik bo`ladi, xolos. Muvozanatda to`rgan ana shu sistemaga elektromagnit to`lqinlar bilan ta`sir ettirilsa, bu to`lqinlar energiyasi pog`onalar farqi E ga mos kelgan vaktida rezonans xodisasi kuzatiladi. Rezonans natijasida energiya yutilishi quyi pog`onadagi yadrolar DE ga barobar energiyani yutib, yuqori pog`onaga o`tdilar ya`ni maydon bo`ylab yo`nalgan spinlar  $J = +1/2$  / teskari tomonga agdariladi.

Rezonans ikkala pog`onada yadrolar soni barobarlashguncha davom etadi va elektromagnit nur ta`siri to`xtatilgach, yadrolar taqsimoti yana ilgarigi muvozanat holatiga qaytadi. Rezonansda ipggirok etadigan yadrolar soni kam, pog`onalar o`rtasida energetik farq E kichik bo`lgani sababli, yadrolarni kuzatish uchun /katta to`lqin uzunlik va kichik chastotali/ radio to`lqinlari bilan ta`sir etish kifoya.

Pog`onalar energiyalarining farqi tashqi kuchlanishga to`tri proporsionaldir:

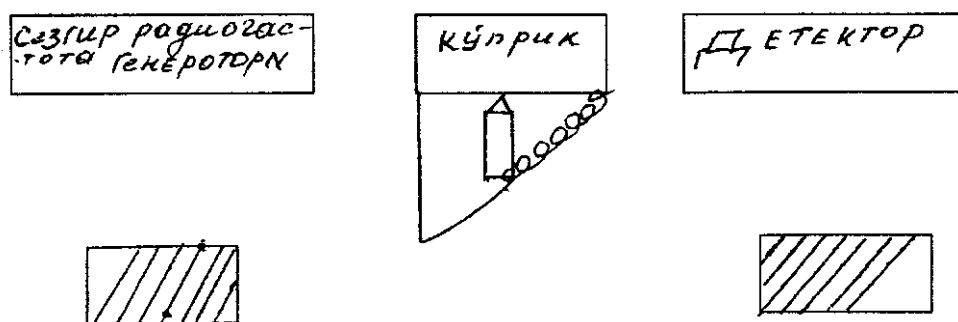
$$\Delta E = \frac{h \cdot \gamma \cdot H_0}{2\pi}$$

Bunda  $h$  Plank doimiysi,  $X$  gidromagnit nisbiyligi, o'zgaras proporsionallik koeffisienti,  $N_0$  tashqi maydon kuchlanganligi bo'lgani uchun quyidagi ko'rinish oladi:

$$h\nu = \frac{h \cdot \gamma \cdot H_0}{2\pi} \quad \text{ёки} \quad \nu = \frac{\gamma \cdot H_0}{2\pi}$$

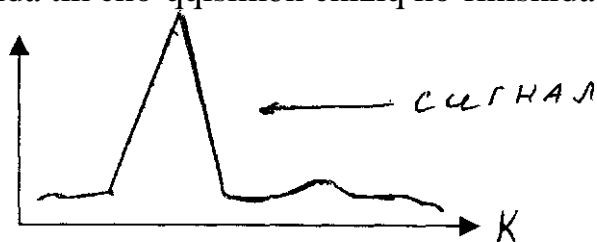
4-tenglama. YAdro magnit rezonansi /YAMR/ning asosiy tenglamasidir.

YAdro magnit rezonansini kuzatish uchun anikdanayotgan moddaning 5-20%lik eritmasi diametri 5mm tttitta ampulaga solinib, yuqori kuchlanishli magnit maydoniga kiritiladi /2-rasm/.



2-rasm. YAMR spektrometrning oddiy chizmasi.

Ampula atrofidagi g'altakdan radiochastotali o'zgaruvchan tok utkaziladi va uning chastotasi generatordan o'zgartirib turiladi. G'altakdagi tok yadrolarni qo'zg'atuvchi energiya manbai vazifasini bajaradi, o'zgaruvchan tok chastotasi rezonans chastota hisoblanib uning energiyasiga tengdir. Rezonans xodisasi sodir bo'ladi va  $J$  energiyaning yutilishi hisobiga g'altak zanjirida tok asl xoliga qaytadi. G'altakdagi tok qiymatining kamayishi kuchaytirgich orqali avtomatik yozuv asbobida tik cho'qqisimon chiziq ko'rinishida /sigaal/ yozib olinadi /3-rasm/



3-расм. ЯМР спектри /сигнали/

SHunday qilib, YAMR spektrometr yordamida birikma tarkibidagi vodorod yadrolari protonlarga oid signallar yozib olinadi. Tabiyki, qo'llaniladigan erituvchilar tarkibida protonlar bo'lmasligi kerak, chunki erituvchi protonlarning signallari anikdanayotgan modaa signallarini qoplab /berkitib/ qo'yishi mumkin. SHuning uchun, aniqlanayotgan moddaning 25-30 mg mikdori protonlari deyteriya almashgan deytero-erituvchilar /SDS1z-deyteroxloroform/ da eritiladi.

YAMR-spektr uchta kattalik /parametr/ bilan tavsiflanadi.

Signal /chuqqilarning/ o'rni yoki kimyoviy siljish.

Signallar soni va ularning intensivligi.  
Signallarning ajralib ketish yoki spin-spin ta`siri.

## Ma`ruza-6

### MASS-SPEKTOMETRIYA USULLARI

Reja:

1. Ion va fotonlar paydo bo`lish jarayoni.
2. Masspektrlar
3. Organik birikmalarni tuzilishini o`rganishda mass-spektroskopiyani qo`llash.

Organik moddalarning tadqiq. kilishning mass-spektrometriya usllari 50-yillarning urtalarida bunyodga kelib, ayshuusa uning keng mikyosda rivojlanishi 1960 yildan boshlandi. Mass-spektroskopiyani spekfoskopik usullarning biri deb karaladi, ammo bunday karash xato xisoblanadi. Optik spektroskopiyada nurlanishidan keyin modda molekulasi boshlangich xolatga uzgarmasdan kaytadi, ammo' mass-spektrometriyada molekula kuzgaladi, ionlanadi va molekulyar ion parchalanadi. Bu parchalangan ionlardan boshlangich molekula xosil kilish mumkin emas. SHunday kdlib mass-spektrning xosil bulishiga sababchi bulgan bir kancha moddalarning yigindisini molekulaning bir xolatdan. ikkinchi xrlatga utish xodisasi deb karash notugri xisoblanadi. A Mass-spektrometriya usulining boshka usullardan ustunliklaridan biri bu usul yordamida namunaning mikdori pikogrammlar (10 gramm) da bulganda xam urganish mumkin, bu esa juda oz mikdordagi biologik faol moddalarning tarkibini anikdashda katga yordam beradsh Adabiyotlardan ma`lumki, agar mass-spektrometr elektron xisoblash mashinasi (EXM) bilan jixozlangan bulsa, juda xam oz mikdordagi dorivor moddalarni anikdash mumkin {masalan, gormonal preparatlarni anikdash mikdori 200-300 pikogramm}.Mass-spektroskopiyaning eng muxim amaliy ishlaridan biri murakkab organik birikmalar, metallorganik birikmalar va peptidlarning tuzilishini anikdashda beradigan ma`lumotlaridir.

Organik moddalarning uning yordamida urganiladigan soxalari kuyidagicha:

1) Tabbiy gazlar; 2) xavo; 3) sanoat chikndilari; 4) yonish natijasida xosil buladigan gazlar; 5) aerozollar. AKSH data mass-spektrometriyaning xamma turlari tashki muxitni tekshirishda moddalarning konsentrasiyasi  $10^{-7}$  g bulganda xam muxim axborot beradi. SHu narsa ma`lumki, mass-spektrometr yordamida DDT 30 ga yakin metabolitlar xosil kdlishi aniklangan. YUkoridagi amaliy ishlardan tashkari, bu usul yordamida murakkab tabiiy birikmalarning stereokimyosi bilan boglik boltan nazariy masalalarni xal kilish mumkin.Mass-spektrometriya xodisasi uchragan organik moddalarda ruy beradigan xodisalarni kurib chikamiz. Mass-spektroskopiyada molekulada buladigan ionlanish va dissosiasialanish xodisalari elektron zarbasi, fotonlar va kuchli elektr maydoni ta`sirida ruy beradi.

Ionlanish. Mass-spektrometrda parchalangan ionlarning xosil bulish jarayoi molekulani elektronlar bilan ta`sirlashadi, molekula bilan uning tuknashish vakti taxminan 10 sek.ga teng buladi. Kuchli elektronlar okimi molekulaning elektron kavati bilan ta`sirlashib, molekulaning elektron-kuzgalgan xolati ruy beradi va u kuyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\tau = h / E \quad \text{h-plank doimiysi}$$

E- kuzlangan xolat energiyasi

Oddiy mass-spektrometrda  $E = 15\text{eV}$ ,  $\tau = 4 \times 10^{-17}$  sek." ga teng,  $\tau$ -ni kuzgalgan molekulaning yoki ionning xosil bulish vakti deb karash mumkin. Atom va molekulalarning ionlantiruvchi elektronlar bilan tuknashuvini shunday izoxlash mumkin: elektron uzining ma`lum energiyasini yukotadi molekula esa kuzgalgan xolatga utadi. Molekulyar ion - elektron  $\Delta E$  ning eng kichik kdshmatida ionlar xosil bulish imkoniyatiga ega balsa bu ionlanish energiyasi deb aytiladi.

Energiyaning saklanish konunidan:

$$E_o = EI + \Delta E_o$$

$$E_o = J + E_2 + E$$

E - ta`sir etayotgan elektron energiyasi;

$\Delta E$  - elektronning yukotgan energiyasi;

E - tarkalgan elektron energiyasi;

J - ionlanish energiyasi;

E - molekuladan urib chikarilgan elektron energiyasi;

$E+J$  - kupincha ionlanish potentsiali deb yuritiladi, ya`ni bu molekulyar ion xosil bulishidagi eng kichik energiyadir.

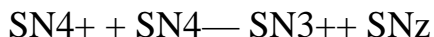
Organik moddalarning ionlanishini bir kancha umumiy usullari mavjud.

FOTONLAR. Kupgina organik moddalarning ionlanish potentsiali 13 eV dan kichik kiymatda bulgani uchun ionlanishni potentsiali olib borish utun kiska tulkin uzunlikdagi nurlanishdan foydalanish mumkin. Fotonlarning kulay manbai sifatida nurlanish energiyasi 21 eV ga teng bulgan geliyli asbobdan foydalanish mumkin. Ionlanish xonasida nurlanish intensivligi kd ncha yukrri balsa, bu xonadan ionlarning chikishi shuncha kup buladi, ya`ni spektrometrning sezgirligi shuncha yukori buladi .

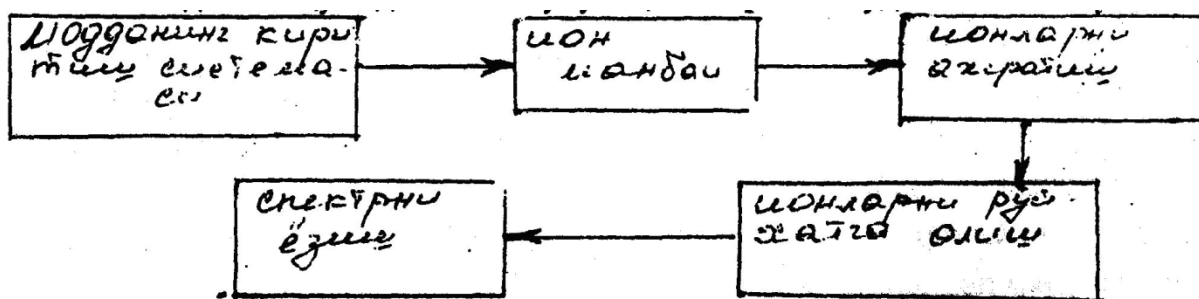
Vakuumba chuglangan simdan xosil bulgan elektronlar ayrim potentsial bilan tezlashadi va ionlanish xonasiga kirib boradi. SHunday kilib, elektronlar kiymatga ega buladi . Potentsial 5 dan 100 eV oralikgacha uzgaradi, ammo mass-spektr 70 eV da ulchanadi, chunki bu kuchlanish ionlarning maksimal tarzda xosil bulishiga

etarli xisoblanadi. Fotonlar va elektronlar yordamida ionlanish ishining olib borilganidan ion ma`nosidagi ionning saklanish vaqti taxminan 10<sup>6</sup> sek ga teng.

**KIMEVIY IONLANISH.** Molekula va ionlar tuknashishganda yangi zaryadlangan zarrachalarning xosil bulish reaksiyalarini kuzatish mumkin. Masalan, metanning molekulyar ioni neytral molekulasi bilan reaksiyaga kirishib, mustaxkam SNz ion xosil bulishi mumkin:



Zamonaviy mass-epektrometrlarda turli xil ionlanish xodidasidan foydalaniladi, bu uz navbatida, ayshuusa aralashmalar urganilganda kup mikdordagi axborotlar olishga imkon beradi. Mass-spektrometrlarning turlari juda kup va ularning xammasida xam quyidagi eng muxum kismlar mavjud:



urganiladigan moddalarni mass-spektrometrga kiritish uchun byr kancha usullari bor. Masalan:

**SOVUK XOLDA KIRITISH.** Bu usul gazlar uchun xamda uy xaroratida va 102 mm.sim. us. bosimida oson uchadigan moddalar uchun ishlatiladi.

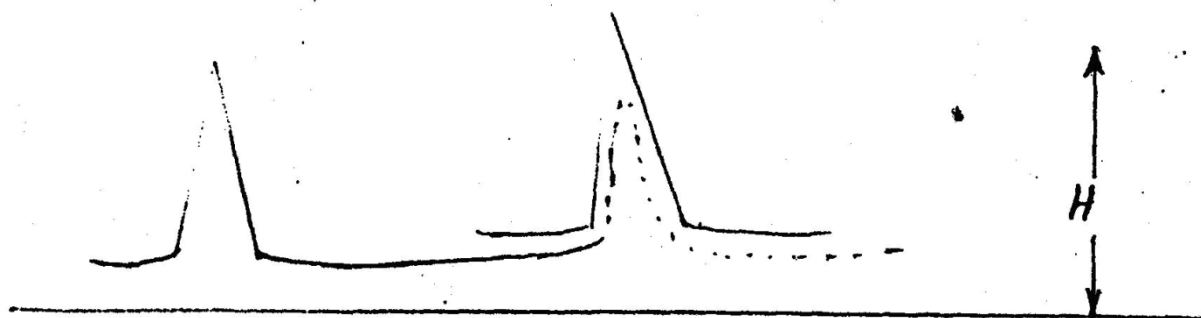
**ISSIK XOLDA KIRITISH.** Organik moddalarning bug xolatiga kelish uchun mass-spektrometr sistemasi 300 gacha kizdiriladi.

**TURRIDAN-TURRI KIRITISH.** Mass-spektr olish uchun sistemada chukur bosim xosil kilish (1006 mm.sim.ust.ga yakdn) bilan birga kizdirilsa, kup birikmalar oson parchalanish xolatiga keladi, bu usul bilan molekula ogirligi 2000 gacha bulgan birikmalarning mass-spektrini olish mumkin.

**XROMATOEGRAFDAN KIRITISH.** Gaz xromatograf kolonkasidan urganiladigan moddaning va gaz tashuvchining aralashmasi chikadi. Gaz tashuvchi ok;imning tezligi odatda 50 ml/min. ni tashkil etadi, ammo bunday gaz xajmini ion manbasiga kiritish mumkin emas, shuning uchun urganiladigan modda mikdorini kamaytirmasdan gaz tashuvchini ajratib olish kerak. Zamonaviy mass-spektrometrlar EXM xamda suyukdik va gaz xromatograflari bilan birgalikda boruqa riladi.

## MASS-SPEKTROMETRLARNING IONLARNI AJRATIB OLISH

Mass-spektrometrlarning ionlarni ajratib olish kobiliyati deganda, ikkita yonma-yon turgan chukdini (pikni) bir-biridan ajratishi e`tiborga olinadi. Agar ikkita ion chukdilari bir-birining ustiga tushsa, uni kuyidagi massalarning ayirmasi buyicha izoxlash mumkin:



$$m_1 - m_2 = \Delta M$$

$$M_2 / \Delta M = 100 / 1 = 100, \text{ яни масалан} = 101 \\ = 100$$

$$\text{Агар } = 100,005 \\ = 100 \quad \Delta M = 0.005$$

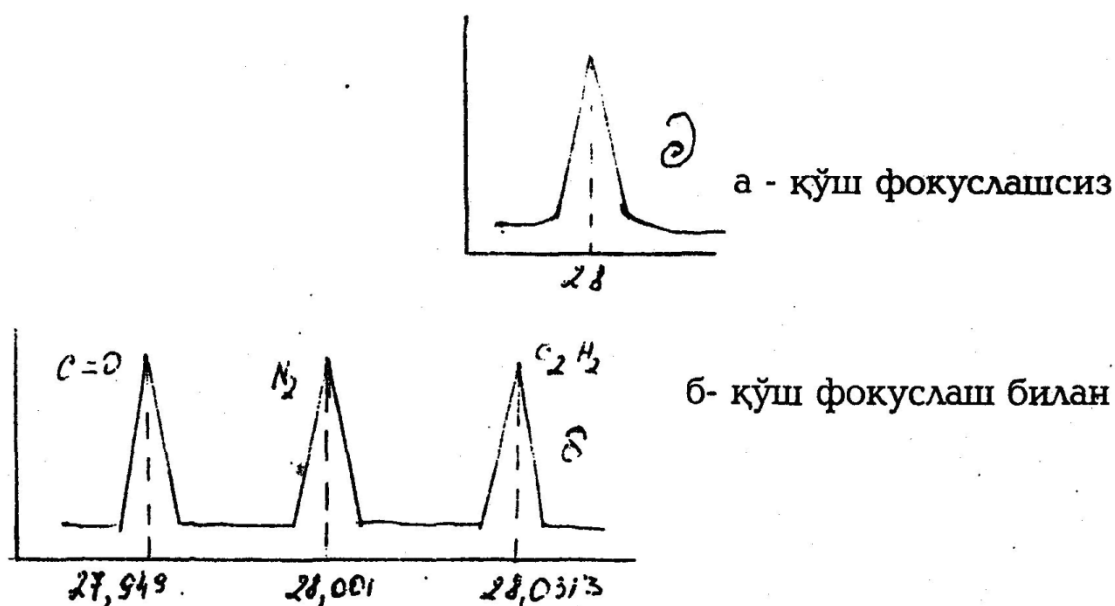
$$100 / 0.005 = 20000$$

Demak, massalarning farki juda kam balsa, asbobning ionlarini ajratib olish kobiliyati shuncha yukri buladi. Asboblarning ionlarni ajratish kobiliyati kichik, urtacha va yukri bulishi mumkin. YUkori ajrata olish kobiliyatligi -6000 dan katga; urtacha ajrata olish kobiliyatligi -1000-5000 gacha; kichik ajrata olish kobiliyatligi -1000 gacha.

Agar magnit maydonida ajralgan ionlar yuliga elektr maydoni xosil kilinsa, bunda ionlarning bir-biridan ajratish kobiliyati oshadi (kush fokuslash).



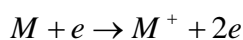
Elektr maydoni magnit maydonidan avval yoki keyin kuyiliici mumkin.



Demak, ikkinchi xolatda asbob massalari bir-biriga yaqin bulganda xam bir-biridan ajralgan molekulyar ionlarini olish mumkin.

#### MOLEKULYAR IONLAR.

Molekulyar ionlar molekulaga elektronlar okimi ta'sir etilganda xosil buladi, bu jarayoni yuz berishi natijasida molekuladan bitga ion chikarib yuboriladi.



Molekulyar ionlarning massalari namunaning molekula ogirligini va empirik formulasini ifoda etadi. Molekulyar ionlar boshqa ionlardan spektrda xosil bulish x;olati bilan fark, k;ilgani uchun uni spektrdan oson topish mumkin, ammo xollarda ularning intensivligi juda kichik bulgan uchun anikdash kiyinlik tutdiradi.

Molekulyar ionlarning barkarorligi uning mikdorining parchalangan, ionlarning mikdoriga nisbati bilan belgilanadi. Agar molekulyar ionning xosil bulishi spektrda kuzatilmasa, bu shuni tasdikdaydiki, ionlanish natijasida xosil bulgan molekulyar ionning parchalanish tezligi yusori buladi. Molekula ulchami va tarmoklanishining oshishi ionlarning parchalanish tezligini oshiradi. Pal turli xil organik moddalarning molekulyar ionni barkdrorligini urgangan. U molekulyar ionlarning parchalanish extimolligini kuyidagi nisbat orkali anikdangan:

$$W_z = \frac{\sum J_f}{\sum (J_j + J_p)}$$

$\sum J_p$  --parchalanmagan molekulyar ionning tulik; intensivligi;



$\sum J_j$ -mass-spektrdagi bir zaryadli butun boshka ion chukkilari intensivligining yigindisi.

Molekulyar ionlarning bark,arorligini shunday ifoda yordamida aniklash mumkin:

$$W_p = 1 - W_z$$

Molekula ogirligi kichik bulgan uglevodorodlarda kuyidagicha uzgaradi:

Asetilen uglevodorodlari - 0,752

kiimati

Olefinlar - 0,389 Parafinlar - 0,120

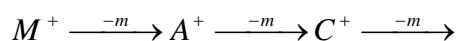
Molekulyar ionlarning barkarorligi zanjirning tarmoklanishi bilan pasayadi. Uzun zanjirli molekulalarga aromatik xrlka kiritilsa, molekulyar ionning barkarorligi oshadi. Agar molekulyar ionning ichki energiyasi etarli bulsa, uning parchalanishi natijasida undagi neytral zarrachalar chikib ketadi va parchalangan (bulakli) ionlar xosil buladi.

## **BULAKLI IONLAR.**

Molekulyar iondan dissosialanish jarayoni natijasida bulakli ionlar xosil buladi. Neytral molekuladan xosil bulgan molekulyar ion kation radikal belib, undan xosil bulgan bulak ionlar yoki kation- radikal bulyshi, molekulyar iondan ajralib chikayotgan zarracha radikal yoki neytral molekula bulyshi mumkin.

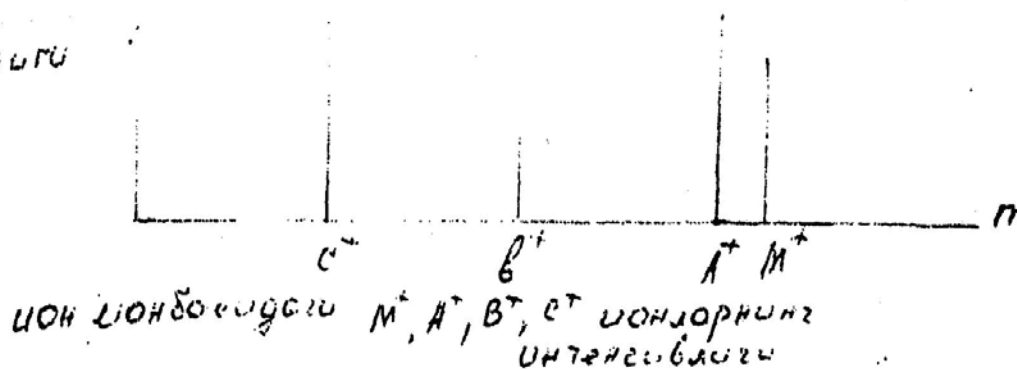


Agar xosil budgan A+ ionning ichki energiyasi etarli bulsa, u uz navbatida parchalanib turli ion bulaklarini xosil kiladi, bu jarayon oxirgi bulakli ion energiyasi keyingi parchalanishga etarli bulmaguncha davom etadi.



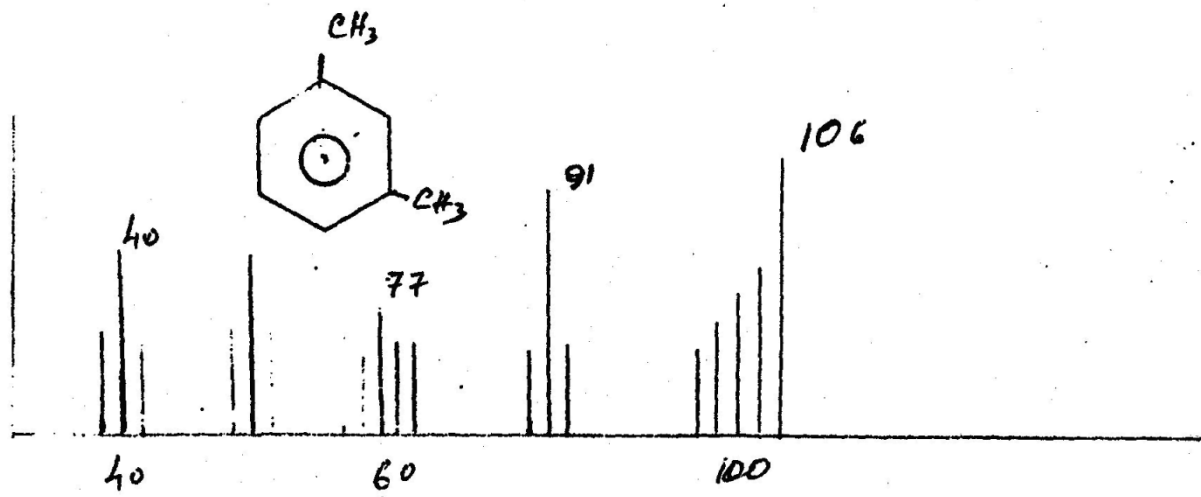
Mass-spektr buyicha mana shunday ketma ketlikdagi parchalanishlarni urganish bulaklarning (fragmentlarning) xosil bulish yullari yoki yunalishlari deb aytiladi. Molekulyar ion M va xoxlagan bulakli ionlar (A,V,S.) bir kancha yunalshplar buylab parchalanishi mumkin. Parchalanishning turli xil yunalishlarni birlashtirib, bulakchalarning xosil bulish sxemasi tuziladi. Bir yunalish buyicha bulakchalarning xosil bulish -chegarasi molekulyar ionning (M) belgilanib xamda ionning xosil bulish va uining yozilish vakti bilan anikdanadi. SHuning uchun xam mass-spektr fakat bulakchalarning xosil bulishligini bulmay, balki ma`lum energiya va vakti ularning kurinishi deb kdrash mumkin.

ТУРКУЛАР  
ИНТЕРЕСЛАРУ



Ion manbasidagi M+, A+, V+, S+ ionlarning intensivligi

Mass-spektr maksimal chukdiga nisbatan boshka ionlarni yoki umumiy tokka nisbatan foizlarda ifoda etishdir. SHuni xam ta`kidlash zarurki, xar doyim mass-spektrda molekulyar ion asosiy ion bulmasligi mumkin.



M-ksilolning mass-spektr /L /e = 91 ning intensivligi 100 birlyakka teng yoki intensivligi 100 foiz.

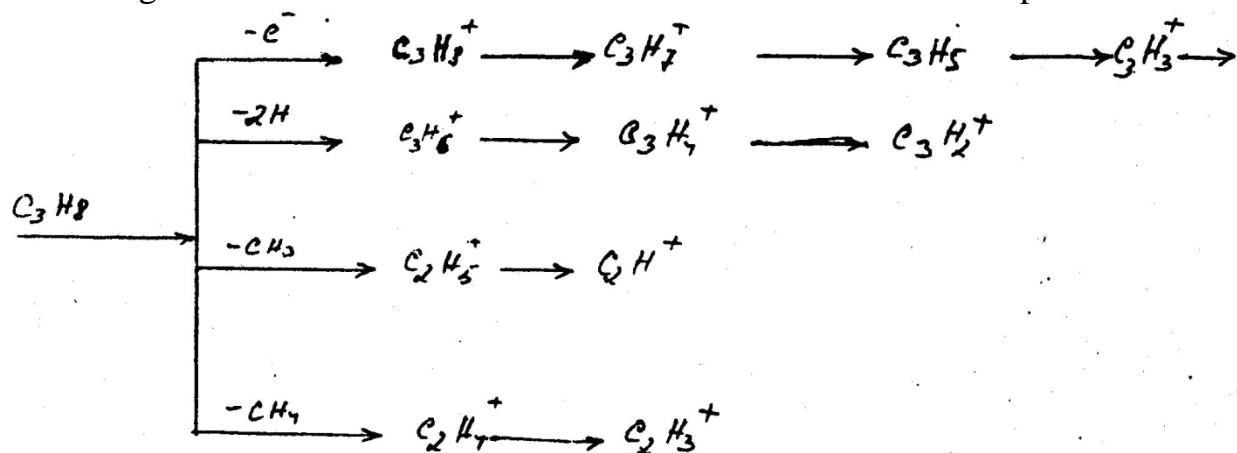
Mass-spektr neytral molekullarni urganmaydi, shuning uchun xam mass-spektrni taxdil k;ilishda eng avval k,aysi bog uziladi va k,aysi bulak musbat zaryadini uzida saklab koladi , shuni bilishimiz kerak . Ionlanish jarayonida xamma boglar xam kuchsizlanada, bunda bir bog boshkasiga nisbatan kuprok kuchsizlanishi mumkin. Lennard-Djon son va Xoll tomonidan neytral molekuldagi molekula orbitalarini kurib chikib, n-oktanning molekulyar ionidagi musbat zaryadlar taksimlanishini edyasoblab chik,k;anlar. Molekulyar orbitalari bir xil bulmagani uchun butun molekuldagi musbat zaryadlar xam bir xil emas,asosan OS va S-N orbitalar uchun xisoblangan zaryadlarning 23 % markazdagi S-S bogidagi,40 %

kushni boglarda, keyingi boglarda 23 % xamda oxirgi S-S va S-N boglarda 7% da taksimlangan. Zaryadning taksimlanishiga kura eng kup uchraydigan ionlarning massasi molekulyar ion massasining teng yarmiga teng bulishi mumkin. Xakikatdan xam mass-spektrda ion chukdilarining balandligi shu vaktnda oshib, maksimum buladi, agar ionlar 3 yoki 4 uglerod atomini tashkil etsa, keyin bu balandlik kamayadi.

Ionlarning parchalanishi boskichma-boskich ruy berib, ular asosan boshlangich bulakli ionlardan dissosiasiyalanish natijasida xosil buladi.

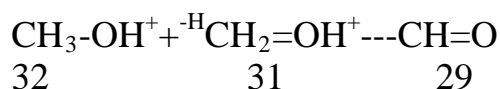
Dissosiasiyalanishga bog energiyasidan tashkari,- urynbosarlar va xosil bulgan bulakli ionning barkarorligigi xam ta`sir etadi.

Prosanning

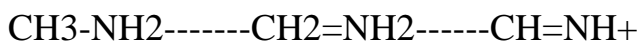


### METASTABIL IONLAR.

Ionlanish xonasida namunaga elektron ok;imining kuchli ta`siri natijasida xosil bulgan ayrim ionlar metatsabil chususiyatiga ega bulib koladi. Ular ionlanish xonasidan chikib ketishiga anchagina karorli bulib, bir xillari kollektorga etmasdan xam dissosiasiyalanishi mumkin. Bu ionlarning ayrimlari boshlangich massasi bulgan xolda kollektorga parchalanmasdan etib olishi mumkin, ammo bir xillari ionlanish xonasidan chikishdan oldin parchalanish xususiyatiga ega. SHunday kilib, mass-spektrda metastabil utishlarga xos bulgan boshlangich va oxirgi ionlarning chukkilari namoyon buladi. Metastabil ionlarning boshlangich va oxirgi massalarini anikdash molekulaning tuzilish tugrisida xulosa bilishga imkon beradi. Masalsan: metanol va uni deyteriy, urin almashgan xosilasining spektrida kuyidagi metastabil ionlar kurinadi:



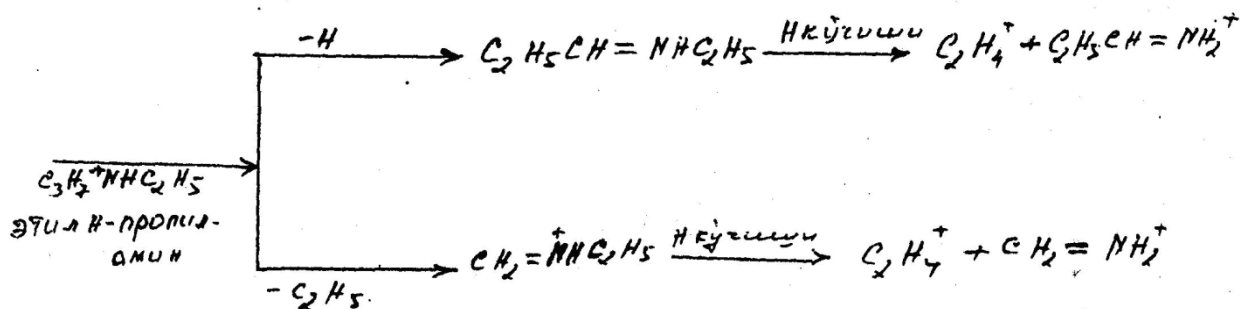
Aminlarning mass-spektrida aminli bulakchalardan iborat bulgan metastabil ionlar mavjud:



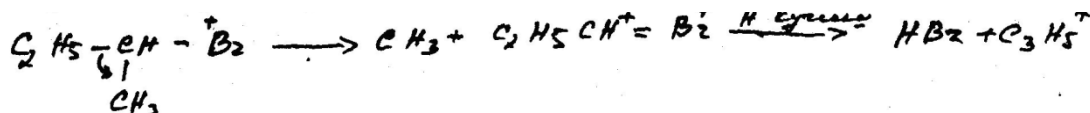
Agar massasi ion parchalanib, massasi bulgan ion xosil kilsa, mass-spektrda metastabil ion namoyon bulib, uning massasiga teng keladi. SHunday kilib, massasi bulgan metastabil ionning spektrida topilish boshlangich ion massasi va undan xosil bulgan ion massasi va undan xosil boltan ion massasini aniqlashga imkon buladi. Masalan, toluol mass-spektrida intensiv chuqurdilar namoyon buladi, shu bilan birga teng metastabil ionning xosil bulishi shuni tasdikdaydiki, massasi 65 ga teng bulgan ion massasi 91 ga teng bulgan iondan xosil bulishi uchun, boshlangich iondan S N zarracha chikib ketishi lozim ekan.

### KAYTADAN GURUXLANUVCHI IONLAR

Kupgina birikmalar mass-spektrida zaryadlangan yoki zaryadlanmagan bulakchalar xosil kiladilar, ammo ularning paydo bulishini kup xollarda boglarning oddiy uzilishi yordamida tushuntirishkiyinichilik tugdiradi. Bunday ionlar dissosiasiyalanishi jarayonida atomlarning kayta guruxlanishi natijasida xosil buladi. Kayta guruxlanish natijasida xosil bulgan, ma`lum xossaga ega bulgan ionlar ayrim kimyoviy guruxlarga xosdir, masalan, spirtlarga ion massasi 19 ga teng bulgan chukki tegishlidir. Kup molekullarning spektrlarida atomlarning kayta guruxlanish natijasida xosil bulgan ionlar namoyon buladi. Kup xollarda vodorod atomining bir atomdan ikkinchi atomga kuchishi kuzatiladi. Vodorod atomining kuchishi geteroatomlar (O, S, N ) ga nisbatan yoki xolatlarida bulishi mumkin.



Vodorod atomining kuchishi uning geteroatom bilan birlashib, neytral molekula sifatida ajralib chikishi bilan bulishi mumkin.

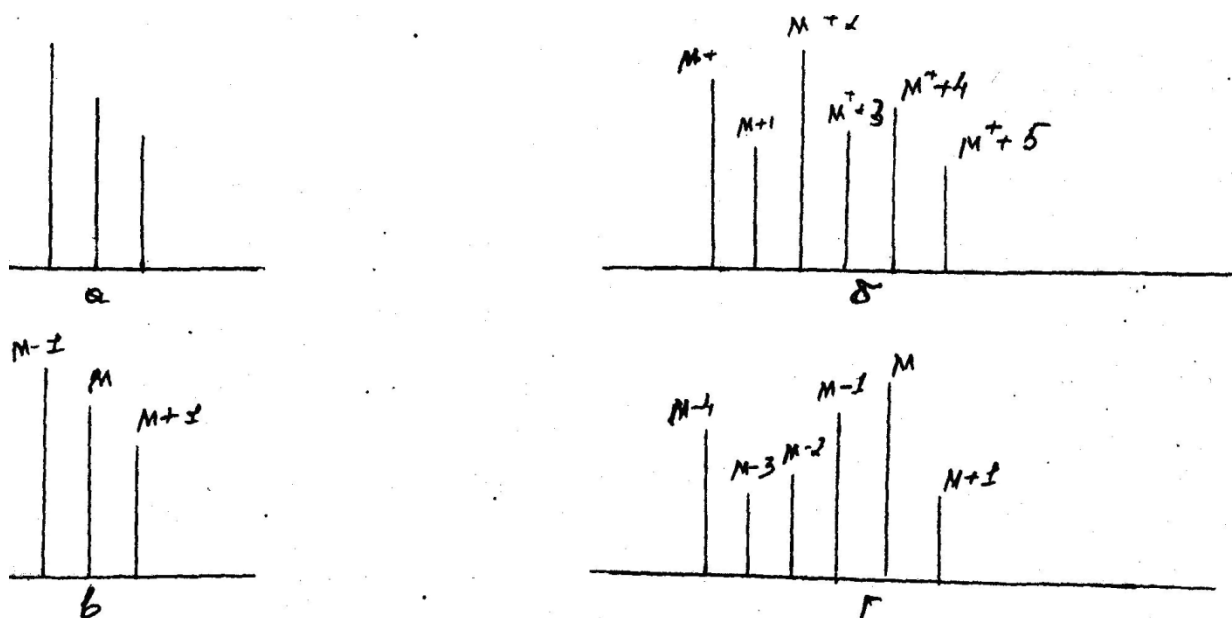


Tuyinmagan uglevodorodlarda kayta guruxlanish kup uchraydi. Xamma kayta guruxlanishni oson uchratish mumkin emas. Molekulyar ionning parchalanishi va kayta guruxlanishi natijasida xosil boltan neytral zarrachalarni topish kiyin chunki bu jarayonda zaryadlangan zarrachalar xam uchrashi mumkin. Ikkita neytral

bulakchalar bir-biri bilan birikib, barkaror molekula xosil kilishi mumkin, shuning uchun xam mass-spektrda neytral bulaklarning metastabil ionlarini urganish mak,sadga muvofikdir, chunki uning yordamida kayta guruxlanish bulgan yoki bulmaganligini bilish mumkin.

## MASS-SPEKTRLARNI TAXDIL KILISH YULLARI

Mass-spektri taxdil kilishda eng avval kaysi chukdi molekulyar ionga mos kelishini xal kilish kerak. Molekulyar ion chutdshini anikdashda unga massa kuiymati birga, ikkiga yoki bir necha birliklarga mos keluvchi izotop chukdilarining bor yokdigini bilish kerak. Uzida xlor, brom va oltingugurt tutgan moddalar uchun eng intensiv bulgan chukdi tegishlidir. Rasmda uglerodning (a), digaloidli birikmaning (b) kdem mass-spektrlari berilgan. Klincha spektrlarda molekulyar iondan (M) vodorod atomining chikib ketishi natijasida xosil bulgan M-1, M-2 va M-3 ionlar xam kuzatiladi.



Stirilpiridin mass-spektrida eng intensiv chukkm molekulyar ion Mf ga emas, balki MJ -1 ga tutri keladi.

Spektrni taxdil kilishdagi keyingi boskich - eng asosiy bulakli ionlar borligini aniklash xisoblanadi. Bulakli ionlar koldigining massasi juft kiymatlardan iborat bulsa.bu kanta guruxlanish jarayoni buyicha.agar tok kiymatlardan iborat bulsa, boglarning oddiy uzulishi natijasida xosil bulganini tasdikdaydi. Keyin spektrda metastabil ionlar mavjudligini tekshirish kerak. Molekula ogirlikini aniklab xamda bulakli ionlarning xosil bulish yullarini chukur urganib.noma`lum moddaning tuzilish xakida ma`lum xulosaga kelish mumkin.

## XROMATOGRAFIYA USULI

Reja

1. Kirish.
2. Xromatografiya taxlil qilish usulining vazifasi afzalliklari.
3. Xromatografiya uskunasining oldiy sxemasi.
4. Uglevodород aralashmalarining gaz — suklushk xromatografiya usulida taxlil qilish.

Organik moddalarni ajratish, taxlil qilish va xossalarni urganish borasida kimyoviy, fizik va fizik — kimyoviy usullar orasida xromatografiya usuli kuzga kuringan urinlardan biri xisoblanadi.

Xromatografiya usulining keng tarkalganligi uning yukori samaraligi, tajribaning soddaligi, selektivligi, tezligi, avtomatlashtiribgaing mushkulligi va bo`yga fizik — kimyoviy usullar bilan birga kushib olib borish mumkinligi natijasidir.

Xromatografiya usulining uziga xos xususiyatlaridan biri uni keng konsentratsiya orasidagi suyuq, kattik; va gaz olidagi noorganik va organik birikmalarni ajratish va urganish xisoblanadi.

Xususiyatlari bir —biriga juda yasin bulgan momalarni ajratish imkoniyatini berganligi uchun bu usul yukori baxolanadi.

Xromatografiya urganilayotgan ob`ektlarni sifati va mikdoriy

taxlil qilish, momalarni fizik—kimyoviy xususiyatlarini urganish, texnologax jarayoilarni avtomat ravishda boshkarish imkoniyatlarini beradi.

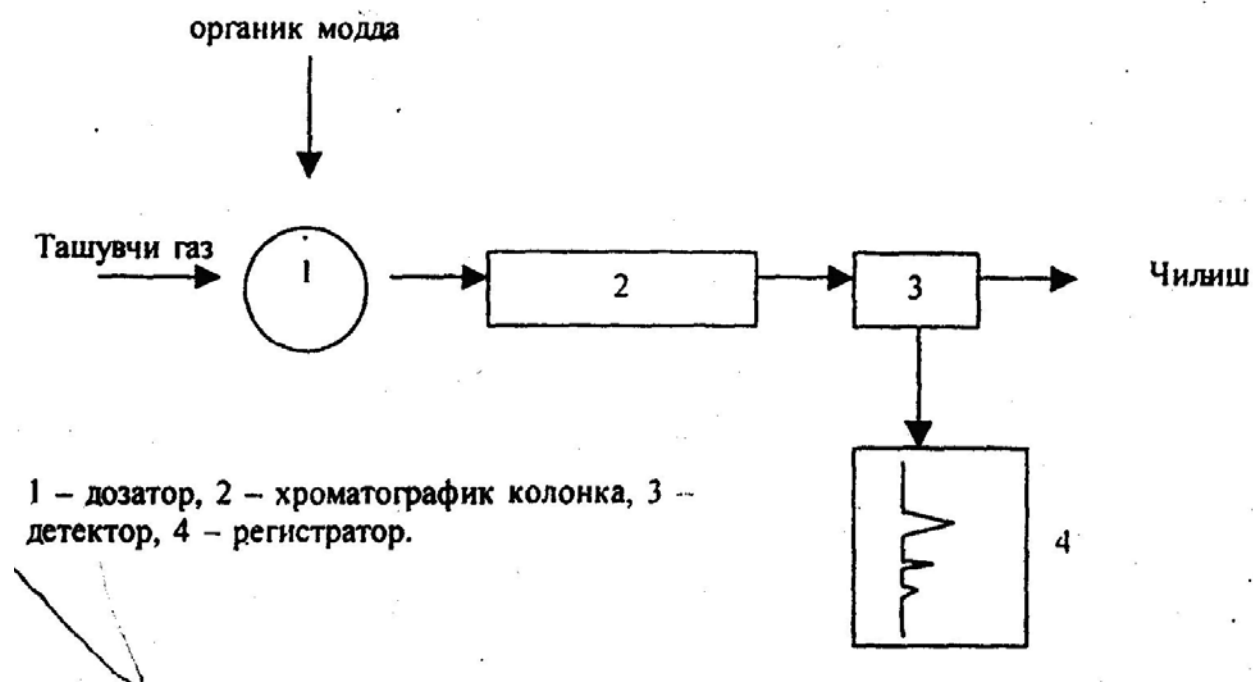
Keyingi paytlarda xromatografiya usuli atrof muxitni nazorat qilishning asosiy usullaridan xisoblanib kolmokda.

Xromatografiyaning ilmiy usul katoriga kiritilishi M.S.Svet (1872-1919) nomi bilan boglik, U 1903 yilda xlorofil moddasini shisha kolonkaga joylangan adsorbentdan utkazib ularning rangiga individual xolida ajratib soldi.

Moddalarni ajratishning xromatografiya usuli sorbsiya jarayoniga asoslanadi. Bu erda sorbsiya jarayoni deb, gazlar, buglar yoki erigan momalarni kattik yoki suyuq yutuvchilarda (sorbentlarda) yutilishi tushuniladi. Sorbsiya — umumiy tushuncha bulib, ikkiga bulinadi: adsorbtsiya (kattik faza yuzasidagi yutilish) va absorptsiya (bug faza xajmida yutilish). Xromatografiya usulida aralashma modadlarni toza

xolida ajratish — sorbent kuzralmas faza katlami orasidan suyuq yoki gaz fazasidagi nuzraluvchan faza bilan birgalikda ajratilayotgan moddalar turli xil sorbsiyaga ega bulganligi uchun, xar xil tezlikda surilishiga asoslanadi. Organik va neft maxsulotlarini taxlil silishda xromatografik jarayonni olib borish uchun gazli yoki gaz suyuqlik xromatografidan foydalaniladi.

Xromatograf sxemasi.



Dozator: gaz suyuqlik yoki kattik xolatdagi modda aralashmasini xromatografik kolonkaga yunaltirilayotgan okimga kiritish uchun xizmat kiladi. Urganilayotgan modda dozatorida mikroshprislar yordamida kiritiladi, okimga kirgan moddalar aralashmasi xromatografik kolonkaning ichidagi adsorbentlar orasidan surilishi vaktida bir- biridan ajralib ketma—ketlikda kolonkadan chika boshlaydi.

Kolonka, kuzgalmas faza — adsorbentni joylash uchun xizmat kiladi. Ulchami va ichiga tuldiriladigan kuzgalmas fazasiga karab ikki turga bulinadi:

1. Nasadkali kolonka, uzunligi 0,5—10 m.
2. Kapillyar kolonka, uzunligi 25 t 100 m, diametri 0,2 t 0,5 mm.

Gazli xromatografiyada analiz kilinayotgan modda tarkibini aniklashning asosiy usuli sifatida chikish egri chizigi boltani uchun kolonkadan keyin detektor (3) urnatiladi va u kolonkadan chikayotgan moddalar tarkibini kursatadi. Tashuvchi gazdagi komponentlar konsentrasiyasini differensial detektor sezib yozuvchi moslama (4) modda xakidagi ma'lumotni kogozga tushiradi. Zamonaviy xromatograflarda registratorlar xisoblash vasitalari bilan jixozlangan.

Xromatografik jarayon natijalarini detektorlashning xilma — xil kurinishlari mavjud.

1. Elyuat bilan toza elyuent issishushk utkazuvchanliklar farkini ulchashga moslangan detektorlar (katarometr — issilik utkazuvchanlik detektori).
2. Elyuat bilan toza elyuent zichliklari orasidagi farkni ulchashga moslashgan detektorlar (plotnomer).
3. Elyuat molekulari ionizasion tok kuchini ulchashga moslashgan (ionizasion) detektorlar.
4. Elyuat yonadigan alanga xaroratini ulchashga moslashgan (alanga yoki mikroalanga) detektorlari.
5. Elyuat enish issiklagini ulchashga xoslangan (termokimyoviy) detektorlar.
6. Elyuent. yonadigan alangada ionizasiya tok kuchini ulchashga moslashgan (alanga —ionizasion) detektorlar.

Gazli xromatografiyada kuzgaluvchi faza sifatida geliy, argon, vodorod, azot, SO va xavo ishlatiladi. Kuzgalmas faza sifatida gaz — suyuklik xromatografiyaeida, amalda kullaniladigan kolonka xaroratida uchmaydigan, kattik tashuvchi (adsorbent) yuzasiga shimdirilgan suyuk moysimon modlalar ishlatiladi (ftal kislotasining dibutil efiri, elastomer moylar va x.k.). Kattik tashuvchi sifatida amalda inert boltan kattik modalar ishlatiladi (maydalangan gisht, xromton N--AW va x.k.). Xromatografiya taxlil kilish natijalarini yukori samarali bulishi ishlatiladigan tashuvchi gaz kuzgalmas faza — adsorbent suyukliklarni ularga kuyilgan talablar asosida tutri tanlashga boglikdir. Organik momalarni taxlil kilyshda va shu datorda tarkibi turli bulgan neft maxsulotlarini urganishda gaz — suyuklik xromtografiyasini kullash anik, muxim va yukori samarali natijalarni beradi.

Uglevodorodlar aralashmasi tarkibini gaz-suyuklikli

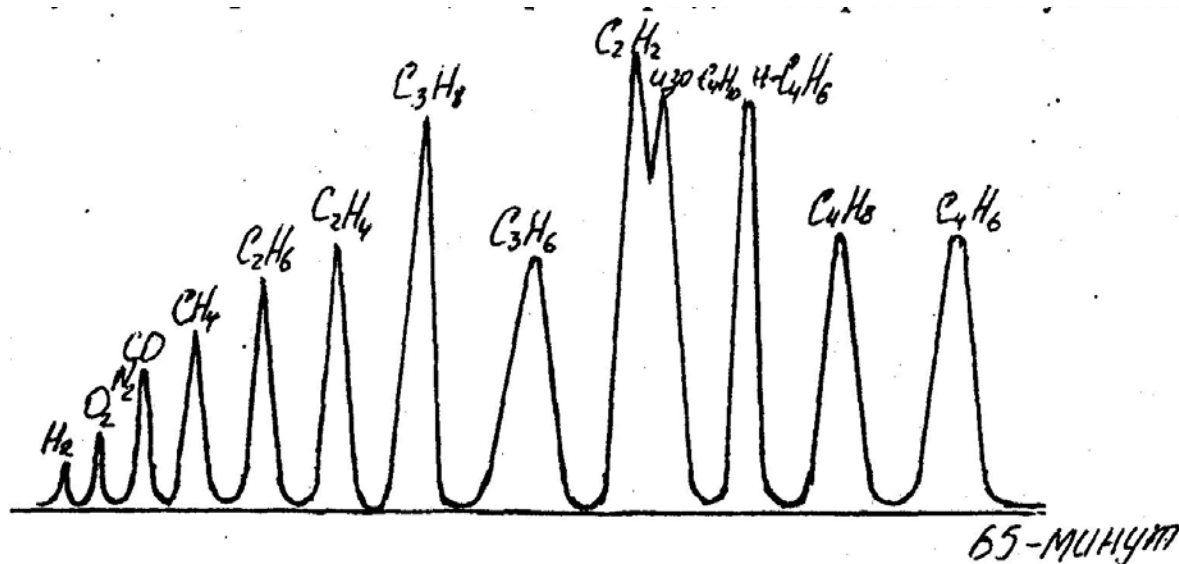
xromatografiya usuli bilan aniklash.

Uglevodorodlar aralashmasini analiz silishda gazli xromatografiya keng kullaniladi. Xossalari bir — biriga yakin bulgan uglevodorodlar aralashmasini odatdagi usullarda analiz kam samaralidir, ular selektivlik nuktai — nazaridan yomondir, mobodo kullanilishi mumkin bulgan takdirde xam analiz uchun kup vakt talab kiladi. Gazli xromatogrifiya analizni yukori effektivlik va tezlikde olib borish kursatilgan talablariga javob beradi. Xozirgi paytda ayrim komponentlarga va ularning guruershriga nisbatan selektiv bulgan sutok; fazalar mavjuddir. Kup



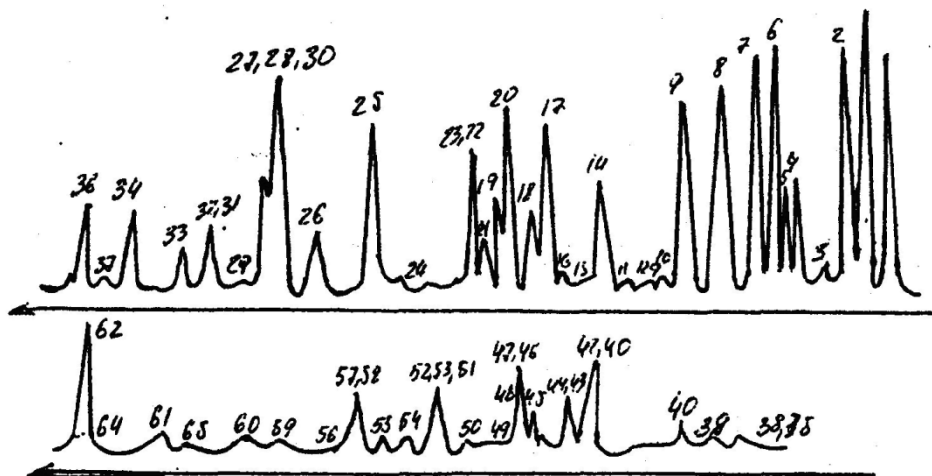
sonli uglevodorodlardan tarkib topgan aralashmalarni ajratish usublari tadkik kilingan. Stasionar fazani tanlash aralashmaning sifat— va miqdoriy tarkibiga boglivdir. Nopolyar suyuk fazada aralashma u tarkib topgan komponentlarning uglerod atomlari soniga boglik xolda ajraladi. SHu sababli bunday faza gomolitik kator uglevodorodlarini (masalan: metan, etan, propan vashu kabilar) ajratishda kulaydir. Ushbu tipdagi fazalarda ayrim uglevodorodlar guruxi kuyidagi tartibda chikadi: izoparafinlar, olefinlar, parafinlar, naftenlar. Polyar suyuk fazalarda aralashma moddalaridagi uglerod—uglerod boga energiyasiga boglik xolda komponentlarga ajraladi, bu esa izomerlarni ajratishda kulaydir. Moddalar kuyidagi tartibda kayd kilinadi: izoparafinlar, naftenlar, olefinlar, asetilen birikmalar.

S1—C5 uglevolorodlar. YOkilga, neft—kimyoviy sintezi xom ashyosi va boshka kupgina sistemalar uchun kerak boltan engil uglevodorodlarni (C1 —Sz) tarkibini analiz kilish gaz—adsorbsiyani — xamda gaz-suyuklikli xromatografiya usullari bilan amalga oshirilishi mumkin. Permanent gazlar bilan engil uglevodorodlar aralashmasini ikki usul: ikki boskichli sxema yuli yoki xaroratni dasturlash yuli bilan analiz kilinadi. Parafinlar aralashmasini 50 sm li kolonkada xona xaroratida silikagelda osongina ajratish mumkin. Birok, ushbu adsorbentda kolonkaning uzunligi xatto 6,6 m boltan takdirda xam n—butien, izo-betilen va butadienlar uzaro ajralmaydilar. Gorn uz xodimlari bilan silikagel bilan tuldirilgan 10 m li kolonkada izo — butilenni n—butilendan t\$gla ajratishga erishganlar, biroq, n - butilen va butadienga alokador chukkilar bir — biri bilan kushilib ketgan edi. Buidan tainrri, izo — butan bilan alen (propaden) va metan bilan uglerod oksidlar bir-biridan chala ajralganlar. Butun analiz 2 soat davom etadi. Ushbu analizning boimqa sharoitlari kuyidagilar edi: 23°S xarorat, silikagel zarrachalarining ulchamlari 0,05 dan OD gacha, kolonkaning diametri 4 mm, vodorod okimining tezligi 33 ml.min, kuyi uglevodorodlarni ajratishda alyumogel kulay adsorbentdir. Analizni xuddi silikagel misolidagidek sharoitda amalga oshiriladi. 6,6 m uzunlikdagi kolonkada asetilen bilan izo— butan zrmda n — butilen izo - butilenlarning anik bir — biridan ajralishi kuzatiladi (1-rasm).



1 —rasm. Kuyi uglevodorodlarni alyumogelda ajralishi (kolonkaning uzunligi — 6,6 m).

Asetilen tarkibidagi sushimchalarni Rey aktivlangan kumir bilan tulatilgan kolonkada anikladi. Texnik propanni (kolonka uzunligi 2 m, xarorat 30°S, azot okimi tezligi 25 ml / min) va propan — propilen texnik aralashmasini uzunligi 1 m boltan suyuq fazasi vazelin moyi (15%) va dimetilsulfolan (25%) dan iborat kolonkada Van de Kaats ajratgan. Texnik butadienni analizi YAnak va Novaklar tomonidan ishlab chikilgan. Mualliflar aralashmani avval katta bulmagan, uzunligi 30 sm, diametri 7 mm bulgan, malein angidridli silikagel bilan tuldirilgan kolonkadan utkazdilar. Bunda butadien yutilib koladi, kolgan kushimchalar dimetilformamid (20%) shimdirilgan silikagel ajratish kolonkasi (uzunligi 3 m, diametri 7 mm) ni }utadilar, tashuvchi - gaz sifatida uglerod (2) oksid (okim tezligi 42 ml / min) xizmat kiladi. Butilenlarda tashkari xamma kushimchalar ajraladilar. Ularni tulik ajralishlari uchun xaroratni Q°C gacha pasaytirish lozim. Benzin tipilagi aralashmalar. Benzin fraksiyalarini individual tarkibini etarlichsa aniklash imkoniyatini kapillyar kolonkalarda analiz silish orkali amalga oshiriladi. uzralmas fazalar sifatida odatda skvalan, oktadesen — 1, ftalatlar, vakuum surkov moyi va bonmular ishlatiladi, shu bilan birgalikda kolonkaning effektivligi 100000 — 200000 nazariy\* likopchadan iborat bulshni kerak 2—rasmda 30°S da uzunligi 150 m bulgan oktadesen—1 fazali kolonkada olingan benzin fraksiyasining xromatogrammasi keltirilgan.



2 — rasm. Uzunligi 150 m bulgan oktadesen—1 fazali, 30°S da ushlangan 125°S gacha xaroratda kaynab ketuvchi benzin fraksiyasining xromatogrammasi

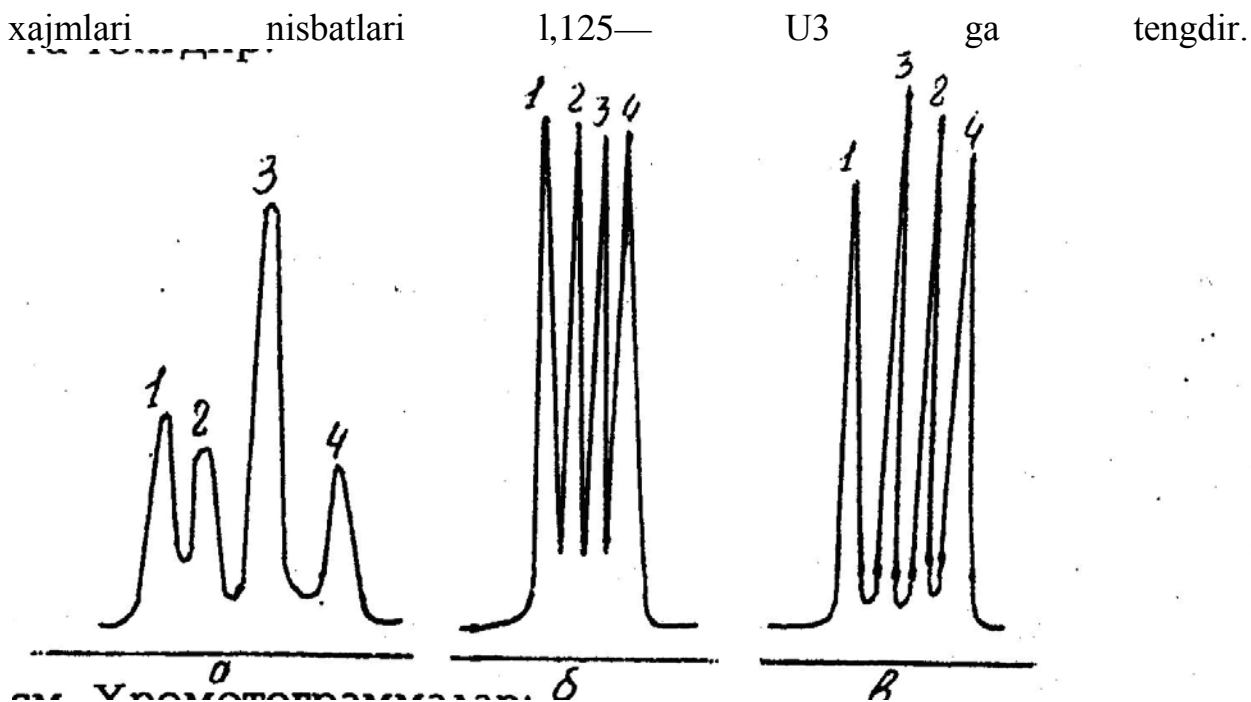
Berilgan xaroratni katiy ushlab turish lozim, chunki uning katga bulmagan uzgarishi okibatida moddalarni bir — biridan tulik; ajralishi, xattoki chukkilarning chisish tartibi xam uzgarib ketishi mumkin. Benzin fraksiyalari. komponentlari uglevodorodlarning ushlanish indeklari uyumatlari asosida identifikasiya kilinadi. Aromatik uglevodorotlar. Ksilollar, etiltoluol va boshka aromatik utlevodorodlarni nasadkali kolonkalarda ajratish uchun kuzgalmas faza sifatida bentonitlarni organik ersilalari (benton) ni yoxud suyuq kristallarni ishlatish maksadga

muvoqifdir. Mortimer va Djentlar kursatganidek 99,9% tozalikdagi m— va p — ksilollarni skvalenli kolonkada (76°S dagi xajmlar ushlanish nisbati 1,015 ga teng) ajratish uchun effektivligi 100000 nazariy likopchaga teng bulgan kolonka talab kilinadi. 7,8 —benzoxinilinli (xajmlar ushlanish nisbati 1g080) kolonkada esa zarur bulgan effektivlik 8500 nazariy likopchadan iborat buladi. Bentonit—34 solingan kolonkaning effektivligi (70°S dagi keltirilgan xajmlar ushlanish nisbati 1,265) shu vaktning uzida fakat nazariy likopchadan tarkib topgan bulishi mumkin. Bentonni kamchiliklari sifatida m —ksilolni kuchln ushlab solishini va buning osibatida uni o —ksiloldan yomon ajralishiga olib kelishini aytib utish joyizdir. SHu sababli Montimer va Djentlar bentonni silikon moyi bilan aralashmasini ishlatdilar. Xamma turtala S8 — alkilaromatik uglevodorodlvrni ekvikriterial ajratish uchun kuzgalmas faza sifatida (60 ogirlik % da benton-34 va 40 ogirlik % da Aromatik izomerlarni ajratishda yukori siliktivlikka ega bulgan Vatanimiz maxsuloti bulmish benton —245 xam kursatilgan (26 —rasm).

- 1 -- izopentan;
- 2 — n —pentan;
- 3 — 2,2 — dimetilbutan;
- 4 — siklopentan;
- 5 — 2,3 — dim etilbuta n;
- 6— 2 —metilpentan;
- 7 — 3 — tetilpentan;
- 8 — n — geksan;
- 9 — metilsiklopentan;
- 10 — 2,2 — dimetilpentan;
- 11— benzol;
- 12- 2,4 -dimetilpentan;
- 13- 2,2,3 - trimetilbutan;
- 14 — siklog eksan ;
- 15 — Z<sub>g</sub>3 — dimetilpentan;
- 16- 1,1- dimetilsiklopentan;
- 17— 2 — metilgeksan;
- 18 — 2,3—dimetilpentan;
- 19- sis-1,3-dimetilsiklopentan;
- 20— 3 — metilgeksan;
- 21— trans—1,3 — dimetilsiklopentan;
- 22- trans-1,2 — dimetilsiklopentan;
- 23 — 3 — etilpentan;
- 24 — 2,2,4 — trimetilgeksan;
- 25— n—geptan;
- 26— sis-1,2-dimetilsiklopentan;
- 27— metilsiklogeksan;
- 28 — etilsiklogeksan;
- 29- 2,2,3,3-tetrametilbutan;
- 30- 2,2— dimetilgeksan;

- 31 — etilsiklopentan;
- 32— 2,5—dimetilgeksan;
- 33 — 2,4 — dimetilgeksan;
- 34- trans — , sis—1,2,4 —trimetilsiklopentan;
- 35 — toluol.
- 36— Trans —, sis— 1,2,3 — trimetilsiklopentan;
- 37— 3,3— dimetilgeksan;
- 38— 2,3,4— trimetilpentan;
- 39-
- 40-
- 41 — 2,3 — metilpentan;
- 42 — 2,3—dimetilgeksan;
- 43- sis, trans— 1,2,4 —trimetilsiklopentan;
- 44 — sis, trans — 1,2,3 —trimetilsiklopentan;
- 45 — 3,4—dimetilgeksan;
- 46 — 2 — metilgeptan;
- 47 — 4 — metilgeptan;
- 48— 3,3— metiletilpentan;
- 49— sis, trans—1,2,4 — trimetilsiklopentan;
- 50 — 3 — etilgeksan;
- 51 — 3 — metilgeptan;
- 52 — 1,1— dimetilsiklogeksan;
- 53— trans—**1,4** — dimetilsiklopentan;
- 54— trans—1,3 — dimetilsiklogeksan;
- 55— trans—1,3 — etilmetilsiklopentan;
- 56 — trans — 1,2 —etilmetilsiklopentan;
- 57- sis-1,3 - etilmetilsiklopentan;
- 58- 1,1-etilmetilsiklopentan;
- 59— sis —, sis — 1,2,3—dimetilsiklogeksan;
- 60— dimetilsiklogeksan;
- 61—
- 62 — n —oktan;
- 63 — sis — 1,4
- 64— izopropilsiklopentan.

Suyuk kristallik kuzkalmas fazalar yukori meta — para selektivliklari, bilan bir katorda C8 alkilbenzollaryi etarli darajada bir— tekis ajralishlarini ta`minlaydi va shu boisdan yakka tartibdagi kuzgalmas faza sifatida sullanilishi mumkin. 2a — rasmda 20% li p,p-metoksietoksiazoksibenzolli xromsorb R li, uzunligi 3 metrli kolonkada. 93°S da olingan xromatogramma keltirilgan. Azotning tezligi 40 ml/min bulgandagi analiz davomiyligi 15 minutga, p — va m -- ksilollar ushlanish



2 —rasm. Xromotogrammalar:

a) 75°S da, benton~34 va dinonilftalat aralashmasi bilan modifikasiya kilingan xromosorb tuldirilgan kolonkada;

b) 75°S da, benton — 245 va vazelin moyi aralashmasi bilan modifikasiya kilingan xromosorb tuldirilgan kolonkada; v)

93°S da, p.p'- metoksietoksiazoksibenzol bilan modifikasiya kilingan xromosorb tuldirilgan kolonkada.

1 —etilbenzol.

2 -para—ksilol.

3 -meta.—ksilol.

—orto — ksilol

4

Bentonlar va suyuq—kristallik kuzgalmas fazalarni bisiklik aromatik uglevodorodlarni analiz kilishda kam ishlatish mumkin.

Masalan, izomerli dimetilnaftalinlarni ajratish uchun umumiy uzunligi 7 m bulgan polietilenglikol — 200 va p,p-azoksifenolli kolonkalardan foydalanilgan. Izomerli aromatik uglevodorodlarning murakkab aralashmalari kapillyar kolonkalarda xam analiz kilinadi. Masalan, mono— va bir iklik aromatik uglevodorodlarni analiz kilishda kuzgalmas faza sifatida m —bis (m — fenoksifenoksibenzol) olifenil efiri xam ishlatiladi; skvalan xam ishlatilishi mumkin.

